VIVIANE ARRUDA
ANTÔNIO SANTOS JÚNIOR
LIANY DIVINA LIMA MIRANDA
(ORGANIZADORES)

FORRAGICULTURA:

PESQUISA E ENSINO

Ano 2021

VIVIANE ARRUDA
ANTÔNIO SANTOS JÚNIOR
LIANY DIVINA LIMA MIRANDA
(ORGANIZADORES)

FORRAGICULTURA:

PESQUISA E ENSINO

Ano 2021

Ciências Agrárias

Forragicultura: pesquisa e ensino

Diagramação:	Natália Sandrini de Azevedo
Correção:	Mariane Aparecida Freitas
Indexação:	Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão:	Os autores
Organizadores:	Viviane Arruda Antônio Santos Júnior Liany Divina Lima Miranda

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F728 Forragicultura: pesquisa e ensino / Organizadores Viviane Arruda, Antônio Santos Júnior, Liany Divina Lima Miranda. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-696-3
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.963213011

1. Forragicultura. 2. Pesquisa. 3. Ensino. I. Arruda, Viviane (Organizadora). II. Santos Júnior, Antônio (Organizador). III. Miranda, Liany Divina Lima (Organizadora). IV. Título.

CDD 633.2

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

Ciências Agrárias

PREFÁCIO

Muito se tem especulado sobre as questões ambientais, sucedidas no mundo nas últimas décadas. Pensar e avaliar sobre esses problemas ambientais deve-se também, atentar sobre a produção agrícola no País, que é o ponto de partida para inserir nesse diálogo, debates sobre a temática de conservação das forragens. As técnicas empregadas na manutenção das forrageiras em áreas de pastagem exigem diversos estudos para promoção da biodiversidade local, pois um manejo sem planejamento é capaz de causar alterações ambientais irreversíveis.

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de carne bovina. Vale ressaltar que, parte dessa produção ocorre em áreas de pastagens brasileiras. Dessa forma, vale salientar sobre a importância da quantidade e qualidade dessas forragens para os bovinos. A ciência que estuda as espécies forrageiras e sua interação com o ambiente é denominada de Forragicultura.

A importância dessa ciência para o Brasil supera o âmbito do setor produtivo, e submete a inúmeros projetos científicos em instituições de ensino, pesquisa e extensão que visam desenvolver novas cultivares e mais adaptadas, formas de adubação ideal, composição nutricional, assim como manejo ideal contra pragas e doenças.

Neste contexto, a presente obra propende contribuir e ampliar para o conhecimento de profissionais da área, técnicos e alunos dos cursos de graduação em Agronomia, Zootecnia, Medicina Veterinária e Pós graduação com informações que englobam da seleção das espécies forrageiras a ecofisiologia, e formação de pastagem. Há uma discussão ampla sobre o manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas na cultura forrageiras. Destacam-se, também os sistemas de produção de cultura forrageira para fenação e silagem de suma importância na qualidade. Um debate atual e necessário é a inserção de forrageiras em sistemas agroflorestais. Para os autores compreender e aprofundar na temática exposta neste livro é de extrema importância para que se possa melhorar o manejo e a eficiência na utilização das forrageiras.

Viviane Arruda

Engenheira Agrônoma

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

ECOFISIOLOGIA DE PLANTAS FORRAGEIRAS

Data de aceite: 11//10/2021

Hemython Luis Bandeira do Nascimento
Pesquisador I, Instituto de Ciência e Tecnologia COMIGO, Rio Verde, Goiás, Brasil, https://orcid.org/0000-0002-5155-8798

Marina Aparecida Lima
Gerente de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) no Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS), Brasília, Distrito Federal, Brasil, https://orcid.org/0000-0001-8993-9775

Fernanda Helena Martins Chizzotti
Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, https://orcid.org/0000-0002-5903-8172

Viviane Modesto Arruda
Universidade do Estado de Minas Gerais, Ubá, Minas Gerais, https://orcid.org/0000-0001-7793-7449

Antônio dos Santos Júnior
Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba, Minas Gerais, https://orcid.org/0000-0002-5434-5034

Bruno Carneiro e Pedreira
Universidade do Estado do Kansas (USA). http://lattes.cnpq.br/2484913274684376

RESUMO: As plantas respondem as condições adversas impostas pelos fatores bióticos e abióticos com respostas morfofisiológicas. A Ecofisiologia estuda as respostas das espécies vegetais ao estresse ambiental. As plantas forrageiras comumente são consideradas resistentes, ou seja, mais adaptadas ao meio. Entretanto, diversos estudos mostram os efeitos deletérios do alagamento, a tolerância de espécies do gênero *Brachiaria* em níveis diferentes de estresse hídrico do solo, dentre outros fatores de impactos sobre as plantas e suas respostas morfofisiológicas em cada condição de estresse. Nesse capítulo serão abordados especificamente os fatores que alteram fisiologicamente, as formas de manejo e pastejo das plantas forrageiras.

PALAVRAS-CHAVE: Respostas morfofisiológicas, estresse bióticos e abióticos,manejo de pastagem.

ABSTRACT: Plants respond to adverse conditions imposed by biotic and abiotic factors with morphophysiological responses. Ecophysiology studies the responses of plant species to environmental stress. Forage plants are commonly considered resistant, that is, more adapted to the environment. However, several studies show the deleterious effects of flooding, the tolerance of species of the genus Brachiaria at different levels of soil water stress, among other factors impacting plants and their morphophysiological responses in each stress condition. This chapter will specifically address the factors that alter physiologically, the ways of handling and grazing forage plants.

KEYWORDS: morphological and physiological responses , biotic and abiotic stress, pasture management

1 | INTRODUÇÃO

Pastagens são ecossistemas complexos caracterizados por fluxos contínuos de energia e massa entre planta, solo e atmosfera (Da Silva e Nascimento JR, 2006), os quais determinam a capacidade de produção de forragem do sistema. Interações entre diversos fatores que interferem na estrutura do pasto, aliados à habilidade do animal em colher forragem, determinam o sucesso ou o fracasso no aproveitamento de nutrientes (Carvalho et al., 2009), propondo ao mesmo o grande desafio de colher a forragem de forma eficiente para expressar a mantença, produção e reprodução.

A Ecofisiologia estuda os mecanismos fisiológicos associados às observações ecológicas, sendo reconhecida como a ciência que trata do estudo das respostas fisiológicas das plantas ao meio ambiente (DA SILVA e NASCIMENTO JR, 2006). O conceito de ecofisiologia envolve o conhecimento dos mecanismos de competição entre plantas individuais dentro da comunidade e suas consequências sobre a dinâmica estrutural, os mecanismos morfogenéticos adaptativos das plantas à desfolhação e suas consequências sobre a morfologia, e as interações entre esses dois mecanismos para o entendimento da dinâmica da vegetação em uma comunidade de plantas submetidas ao pastejo (SBRISSIA; DA SILVA; NASCIMENTO JUNIOR, 2007).

Nesse sentido, o conhecimento das características ecofisiológicas das plantas forrageiras é uma importante ferramenta para auxiliar nas tomadas de decisão relativas ao manejo, podendo contribuir para manter o equilíbrio entre a produção animal e a persistência da pastagem. De acordo com Sbrissia et al. (2007) a compreensão dos efeitos do pastejo sobre a planta requer ainda o conhecimento e análise das alterações morfológicas, fisiológicas, na biomassa radicular e na distribuição vertical das raízes.

Nesse capítulo serão abordados os principais aspectos relacionados a dinâmica de interações e padrões de respostas de plantas forrageiras aos diferentes fatores ambientais, ao manejo e pastejo.

2 | RESPOSTAS AO AMBIENTE

O mecanismo que permite às plantas se adaptarem às diversas condições de ambiente é chamado de plasticidade fenotípica. A plasticidade fenotípica consiste em mudança progressiva e reversível das características morfogênicas e estruturais da planta (HUBER et al., 1999). Por meio desse mecanismo a planta consegue realizar alterações de curto ou médio prazo, que permitem otimizar a utilização dos recursos para crescimento, desenvolvimento e persistência quando submetida a condições desfavoráveis, como baixa luminosidade, déficit de água e nutrientes e pastejo intensivo.

2.1 Sombreamento

Algumas mudanças observadas frequentemente em plantas sombreadas são aumento do teor de clorofila nos tecidos, menor número de folhas, aumento da área foliar específica, folhas mais finas e alongamento de colmos, pecíolos e entrenós (BENAVIDES et al., 2009). O primeiro efeito do sombreamento sobre plantas individuais é a redução na taxa de assimilação de carbono, tendo como consequência a alocação de fotoassimilados, preferencialmente na parte aérea, reduzindo drasticamente o crescimento radicular. Esse padrão de alocação de carbono é reconhecido como um mecanismo de aclimatação da planta afim de compensar a redução de luminosidade com uma rápida recuperação da área foliar e alongamento de colmos para aumentar a captura de luz (LEMAIRE, 2001).

A redução da espessura da folha e aumento da área foliar específica possibilitam maior interceptação de luz pelas folhas, otimizando a captação da radiação fotossinteticamente ativa, além disso, ocorre o reagrupamento das células do mesófilo e redução da espessura do parênquima paliçádico, redução do número e/ou tamanho de células e maior proporção de espaços intercelulares, promovendo menor resistência à difusão de CO_2 no interior da folha e aumento da eficiência de captação de dióxido de carbono (CO_2) (Gobbi et al., 2011), esses fatores combinados conferem à planta maior eficiência fotossintética.

Outra característica que é diretamente afetada pelo sombreamento é o aparecimento de novos perfilhos, pois com o incremento do alongamento de colmo, tem-se o aumento entre o intervalo necessário para aparecimento de uma nova folha (Gomide e Gomide 1999), resultando em perfilhamento mais lento, pois cada folha possui uma gema axilar em sua base com potencial para gerar um novo perfilho, havendo uma forte relação de dependência entre o perfilhamento e o número de folhas produzidas (GASTAL e LEMAIRE, 2015). Dessa forma, o aparecimento de novos perfilhos depende da ativação dessas gemas axilares e do desenvolvimento de primórdios foliares.

Alguns estudos têm mostrado redução na densidade de perfilhos à medida que aumenta o nível de sombreamento. Paciullo et al. (2007) verificaram redução na densidade de perfilhos em um sistema silvipastoril com aproximadamente 65% sombreamento em comparação ao sistema sem árvores, porém, no segundo ano de avaliação, quando foi realizado o desbaste seletivo de 30% das árvores, reduzindo o sombreamento para apenas 35%, houve aumento no perfilhamento e a densidade de perfilhos do sistema silvipastoril assemelhou-se ao sistema sem árvores. Esse resultado evidência a capacidade que essas plantas têm de se adaptar as condições de ambiente em curto período. Em outro estudo, no qual foram avaliados os padrões de resposta de diferentes cultivares de *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) à níveis de sombreamento e doses de nitrogênio, Paciullo et al. (2011) verificaram que apesar de reduzir o perfilhamento, o sombreamento proporciona melhor resposta das plantas à adubação.

Gomes et al. (2019) ao avaliar pastos de capim-marandu em sistemas silvipastoris com linhas triplas de eucalipto com altura média de 11,2 m e espaçamento de 30 m entre os renques verificaram redução da fotossíntese foliar nos pontos mais próximos aos renques de árvores (3,0 m), contudo, os autores não observaram redução na taxa de acúmulo de forragem nos pontos com maior nível de sombreamento. Nascimento (2018) ao avaliar o mesmo sistema quando as árvores atingiram altura média de 18 m, verificaram maior nível de sombreamento nas distâncias mais próximas dos renques de árvores, o que resultou em redução do número de folhas por perfilho, da densidade de perfilhos e aumento na área por folha. Além das alterações verificadas no perfilhamento e morfologia de plantas, houve incremento médio de 10% na área foliar específica no sistema com árvores, essas alterações asseguraram manutenção da produção de forragem em níveis semelhantes aos do sistema sem árvores (NASCIMENTO et al., 2019).

3 | ADUBAÇÃO

A disponibilidade de nutrientes interfere diretamente na dinâmica de crescimento, produção e atividade fisiológica das plantas. Entre os macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) são os que mais interferem no desenvolvimento da planta. O fósforo é um dos nutrientes mais importantes na fase inicial de desenvolvimento das forrageiras (Duff et al., 1994), pois está diretamente relacionado ao crescimento do sistema radicular, faz parte da estrutura de alguns compostos importantes nas células vegetais, incluindo os açúcares fosfato, intermediários da respiração e da fotossíntese, bem como os fosfolipídios que compõem as membranas vegetais, além disso, integra a molécula de ATP (primordial para o metabolismo energético das plantas) e está presente nas moléculas de DNA e RNA (TAIZ et al., 2017).

A deficiência de fósforo (P) no solo limita o desenvolvimento radicular, a taxa de crescimento inicial, o perfilhamento e o estabelecimento das pastagens, reduzindo a capacidade produtiva, o que resulta em baixa produtividade e capacidade de suporte animal (CARNEIRO et al., 2017). O crescimento vertical de raízes é de fundamental importância para captação de água e nutrientes em camadas mais profundas do solo (Gastal e Durand, 2000), dessa forma, uma boa disponibilidade de fósforo no solo, pode garantir um bom crescimento radicular, assegurando maior capacidade de persistência da planta em condições de seca, ou até mesmo conferindo maior capacidade de tolerância a um pastejo intensivo.

Para obter melhores resultados quanto a eficiência de utilização do P pela planta, o fósforo deve ser aplicado incorporado ao solo, pois é um nutriente de baixa mobilidade, necessitando estar próximo ao sistema radicular para ser absorvido mais facilmente. Outro ponto importante que deve ser levado em consideração a respeito da adubação fosfatada

durante o estabelecimento de pastagens é a fonte utilizada, pois como a pastagem é uma cultura perene, não sendo realizado o revolvimento periódico do solo, recomenda-se o uso de uma fonte solúvel de fósforo (superfosfato simples ou triplo, fosfato monoamônico ou diamônico) no estabelecimento da pastagem para assegurar a disponibilização imediata de P para a cultura, e uma fonte de fosfato natural, que possibilita a lenta liberação de P para a cultura ao longo dos anos. Segundo Vilela et al. (1998) o ideal é usar 50% da dose recomendada como uma fonte solúvel e 50% como uma fonte natural.

O nitrogênio e o potássio são os dois nutrientes extraídos em maiores quantidades pelas plantas, tendo importante papel para o seu crescimento e desenvolvimento. O nitrogênio é um constituinte essencial das proteínas, compõe a molécula de clorofila e interfere diretamente no processo fotossintético (ANDRADE et al., 2003). Além disso, o suprimento adequado de nitrogênio estimula o perfilhamento, formação de novos tecidos, maior taxa de crescimento (Matthew et al., 2001), melhoria da eficiência fotossintética e aumento dos teores de proteína. Dessa forma, o nitrogênio atua como um acelerador dos processos na planta, e o seu fornecimento via adubação afeta diretamente a dinâmica de crescimento do pasto, exigindo a necessidade de maior rigor no manejo do pastejo para otimizar a eficiência de colheita da forragem produzida e melhorar a relação entre quantidade de N fornecido para a planta e quantidade de produto colhido no sistema de produção (carne ou leite).

Quanto maior o nível de intensificação da pastagem maior é o desafio em colher a forragem no ponto ótimo (máximo acúmulo líquido de forragem), mantendo o equilíbrio entre o máximo acúmulo líquido e melhor valor nutritivo da forragem para proporcionar máximo desempenho produtivo do sistema. Quando a forragem não é colhida no ponto ótimo, há maior acúmulo de colmo e senescência de tecidos, implicando em redução do valor nutritivo da forragem produzida, especialmente pelo maior acúmulo de constituintes da parede celular, que tem relação negativa com a digestibilidade do alimento (JUNG, 1989).

O manejo da adubação nitrogenada pode ser utilizado também como estratégia para aumentar o acúmulo de forragem no fim do período das águas proporcionando maior disponibilidade de forragem para o período seco e pasto verde por mais tempo. Isso é possível quando é realizado uma adubação no fim do período chuvoso, entre os meses de fevereiro e março. Para obter melhores resultados é importe que antes da adubação seja realizado um pastejo mais intensivo, proporcionando maior remoção de tecidos velhos e mortos, e consequentemente redução do gasto de energia para manutenção de tecidos com menor eficiência fotossintética, possibilitando maior investimento dos fotoassimilados para produção de novos tecidos e maior eficiência de utilização dos recursos para produção.

O potássio é o segundo nutriente extraído em maior quantidade pelas plantas forrageiras, desempenhando papel importante na regulação do potencial osmótico das

células vegetais, ativa muitas enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese (Taiz et al., 2017), regula a abertura estomática, translocação de assimilados, absorção de nitrogênio e síntese proteica (ANDRADE et al., 2003). Dessa forma, existe uma alta associação entre a eficiência de utilização do nitrogênio e a disponibilidade de potássio para a planta.

4 I PASTEJO

O maior desafio para o manejo do pastejo é administrar a contradição entre a planta que precisa da sua área foliar para interceptação de luz e produção de fotoassimilados e os animais que precisam remover essa área foliar para se alimentar e obter energia para manutenção e produção (carne, leite ou crias). A eficiência com que essa forragem é colhida e o nível de interferência causado na planta dependem da combinação entre frequência e intensidade de desfolhação, que estão relacionados respectivamente ao intervalo de tempo em que a planta será desfolhada e a quantidade de folhas que é removida do dossel (CARVALHO et al., 2002).

Quando a frequência e intensidade de pastejo são mais intensas, há maior remoção de folhas, gerando maior estresse à planta, que consequentemente necessitará de mais tempo para restabelecer a sua área foliar, além disso haverá menor oferta de forragem, reduzindo a seletividade dos animais. Por outro lado, quando a frequência e intensidade são muito baixas, tem-se o maior acúmulo de colmo, material lignificado e senescente na massa da forragem, além da redução do acúmulo líquido de forragem (DA SILVA, 2006).

Ao longo de sua evolução, as plantas forrageiras foram desenvolvendo mecanismos de resistência e adaptação ao pastejo como forma de assegurar sua sobrevivência e perpetuação nas áreas de pastagem. Essa resistência ao pastejo é função dos mecanismos de preterimento ou escape e de tolerância, que são combinados de maneira específica e possuem importância relativa variável para cada espécie forrageira, determinando sua plasticidade fenotípica e flexibilidade de uso (DA SILVA e NASCIMENTO JR, 2007). Um dos principais mecanismos de adaptação das plantas ao pastejo é a compensação entre densidade e tamanho de perfilhos, pastos que são desfolhados com maior frequência possuem maior densidade de perfilhos menores e pastos desfolhados em menor frequência apresentam menor densidade de perfilhos, porém possuem perfilhos maiores (GASTAL e LEMAIRE, 2015). Perfilhos menores apresentam menor índice de área foliar e consequentemente menor eficiência de captação de luz e CO_2 para produção de fotoassimilados. Perfilhos maiores, além de maior eficiência fotossintética, apresentam maior habilidade competitiva com espécies indesejáveis, assegurando melhor estabilidade e persistência do pasto (DA SILVA et al., 2008).

4.2 Método de Pastejo

O método de pastejo determina a forma como o animal terá acesso à forragem, afetando diretamente o padrão de resposta da planta. Quando adotado o método de pastejo com lotação contínua, por exemplo, os animais permanecem o tempo todo na área. Nessas condições a possibilidade de selecionar a dieta é maior, o que pode resultar em sucessivas desfolhações em uma mesma planta em menores intervalos (SBRISSIA, DA SILVA e NASCIMENTO JUNIOR, 2007). Isso exige maior habilidade do manejador para manter o equilíbrio entre a taxa de crescimento da planta e a taxa de remoção de folhas do dossel, pois ambos processos ocorrem simultaneamente e são interdependentes.

Em contraste, quando se utiliza o método de lotação intermitente, os animais permanecem na área apenas durante um período pré-definido e depois são retirados, e a área fica vedada, proporcionando à planta um período de "descanso" para restabelecer a sua área foliar até que um novo evento de pastejo seja realizado. Nesse método o animal tem menor possibilidade para selecionar a dieta, e o manejador consegue ter maior controle sobre o que o animal vai efetivamente consumir. Apesar das divergências, ambos métodos, se bem aplicados, ambos podem proporcionar bons resultados. Geralmente em lotação contínua, o efeito da maior seletividade do alimento proporciona maior desempenho individual aos animais, contudo, a produção por área (kg de peso vivo/ha) é compensada pelas maiores taxas de lotação no método com lotação intermitente, equiparando-se à produção obtida em condições de lotação contínua (BARBOSA et al., 2007).

De acordo com Hodgson (1990) o processo de produção animal em pastagens pode ser entendido como resultante de três etapas sequenciais interdependentes: crescimento, utilização e conversão. Na etapa de crescimento a planta utiliza os recursos do ambiente (água, luz, nutrientes e temperatura) produção de tecidos, que serão colhidos pelo animal durante o pastejo na etapa de utilização e por último a forragem consumida passa por processos digestivos é convertida em produto animal. Cada uma dessas etapas contribui de forma diferente para a capacidade produtiva do sistema. A etapa de crescimento, é a que menos interfere nesse processo, contribuindo com apenas 2 a 4% para a produtividade do sistema. A etapa de conversão também possui baixa eficiência, podendo contribuir com 7 a 15%. O maior potencial para contribuir com a capacidade produtiva do sistema é a utilização, essa etapa responde por 40 a 80% da produtividade do sistema, por isso o manejo do pastejo exerce tanta influência na produtividade do sistema.

Na etapa de utilização o maior desafio é manejar os animais na área de forma a permitir alta eficiência de colheita da forragem, mantendo o equilíbrio entre o máximo acúmulo líquido de forragem e melhor valor nutritivo do pasto. Esse ponto de máximo acúmulo líquido de forragem ocorre quando a planta intercepta 95% da radiação fotossinteticamente ativa, estudos realizados com forrageiras tropicais, como o de Carnevalli (2003) mostram que a partir desse ponto começa a haver um grande incremento no acúmulo de colmos e

material morto na massa de forragem, o que é atribuído a maior competição no interior do dossel por luz.

Conforme verificado no estudo de Congio et al. (2018), o manejo adequado do pastejo, baseado na fisiologia da planta proporciona grandes melhorias no sistema. Os autores avaliaram pastos de capim elefante com metas de pastejo de 95% de interceptação luminosa (IL 95%) e máxima interceptação luminosa (IL max) e verificaram maior eficiência de pastejo, maior produtividade de leite e menor emissão de metano por kg de leite produzindo no sistema que foi manejado com meta de pastejo de 95% da IL. Esses resultados comprovam que o manejo do pastejo é uma ferramenta de baixo custo e com grande impacto no sistema de produção, que pode proporcionar aumentos na produtividade e rentabilidade do sistema apenas ajustando a forma de colher a forragem. Além dos benefícios diretos para o sistema de produção (maior produtividade e possivelmente maior rentabilidade), indiretamente o manejo adequando do pastejo pode proporcionar grandes benefícios ambientais com a redução da emissão de metano (um dos principais gases causadores do efeito estufa) por kg de leite produzido.

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento das características ecofisiológicas de gramíneas forrageiras tropicais é de fundamental importância para a correta utilização de estratégias de manejo que visam aumentar a produtividade do pasto e a eficiência de utilização dos recursos para crescimento pela planta.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. D.; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*. cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia**. Edição Especial, p.1643-1651, 2003.

BARBOSA, C.M.P.; CARVALHO, P.C.F.; CAUDURO, G.F.; LUNARDI, R.; KUNRATH, T.R.; GIANLUPPI, G.D.F. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista brasileira de zootecnia/Brazilian journal of animal science**, v. 36, n. 6, p. 1953–1960, 2007.

BENAVIDES, R.; DOUGLAS, G.B.; OSORO, K. Silvopastoralism in New Zealand: Review of effects of evergreen and deciduous trees on pasture dynamics. **Agroforestry Systems**, v. 76, p. 327– 350, 2009.

CARNEVALLI, R.A. Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermi-tente. 2003. **Tese** (Doutorado em Ciência Animal e Pas-tagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2003.

CARVALHO, P. C de F. et al. Do bocado ao sítio de pastejo: manejo em 3D para compatibilizar a estrutura do pasto e o processo de pastejo. **VII Simpósio e III Congresso de Forragicultura e Pastagens**, Universidade Federal de Lavras, junho de 2009, p. 1–20, 2009.

CARVALHO, P.C.D.F.; POLI, C.; HERINGER, I.; BARBOSA, C. M.; PONTES, L. D. S.; FRIZZO, A.; DE MORAES, A. Normas racionais de manejo de pastagens para ovinos em sistema exclusivo e integrado com bovinos. **Simpósio Paulista de Ovinocultura**, v. 6, p. 21-50, 2002.

CONGIO, G.F.S.; BATALHA, C.D.A.; CHIAVEGATO, M.B.; BERNDT, A.; OLIVEIRA, P.P.A.; FRIGHETTO, R.T.S.; MAXWELL, T.M.R.; GREGORINI, P.; DA SILVA, S.C. Strategic grazing management towards sustainable intensification at tropical pasture-based dairy systems. **Science of The Total Environment**, v. 636, p. 872–880, 2018.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SBRISSIA, A. F. Dinâmica de população de plantas forrageiras em pastagens. **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem**, v. 4, p.75-100, 2008.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR, D. Ecofisiología da produção animal em pastagem e suas implicações sobre o desempenho e a produtividade de sistemas pastoris. **VI Simpósio de Forragicultura e Pastagens**. Lavras-MG, Brasil, p. 1–48, 2007.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JR, D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem**, v. 3, p. 1 - 42, 2006.

DUFF. S.M.G.; SARATH, G.; PLAXTON, W.C. The role of acid phosphatases in plant phosphorus metabolism. **Physiology Plant**, v. 90, p. 791-800, 1994.

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Defoliation, Shoot Plasticity, Sward Structure and Herbage Utilization in Pasture: Review of the Underlying Ecophysiological Processes. **Agriculture**, v. 5, n. 4, p. 1146 - 1171, 2015.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M.C.; NETO, A.F.G.; ROCHA, G.C. Área Foliar Específica e Anatomia Foliar Quantitativa do Capim-Braquíria e do Amendoim-Forrageiro Submetidos a Sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.7, 1436 - 1444, 2011.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.D.M. Fundamentos e estratégias do manejo de pastagens. **Simpósio de Produção de Gado de Corte**, v. 1, p. 179 - 200, 1999.

Hodgson, J.G. **Grazing Management: Science Into Practice**. Burnt Mill, Harlow, Essex, England: Longman Scientific & Technical, 1990. 203p.

HUBER, H.; LUKÁCS, S.; WATSON, M.S. Spatial structure of stoloniferous herbs: an interplay between structural blueprint, ontogeny and phenotypic plasticity. **Plant Ecology**, v. 141, p. 107 – 115, 1999.

LEMAIRE, G., 2001. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards, In: **Proceedings of the XIX International Grassland Congress**, Sao Pedro, Brazil, 11 - 21 February 2001; p. 19–27, 2001.

MATTHEW, C.; VAN LOO, E.N.; THOM, E.R.; DAWSON, L.A.; CARE, D.A. Understanding shoot and root development. In: **Proceedings of the XIX International Grassland Congress**, Sao Pedro, Brazil, 11 - 21 February 2001; p. 19–27, 2001.

NASCIMENTO, H.L.B. **Respostas produtivas e morfofisiológicas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril**. Viçosa, MG, 2018, 74p.

NASCIMENTO, H.L.B.; PEDREIRA, B.C.; SOLLENBERGER, L.E.; PEREIRA, D.H.; MAGALHÃES, C.D.S.; CHIZZOTTI, F.H.M. Physiological characteristics and forage accumulation of grazed Marandu palisade grass (*Brachiaria brizantha*) growing in monoculture and in silvopasture with Eucalyptus

urograndis. **Crop and Pasture Science**, v. 70, n. 4, p. 384 - 394, 2019.

PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T.; GOMIDE, C.A.M.; MAURÍCIO, R.M.; PIRES, M. F.Á.; MÜLLER, M.D.; XAVIER, D.F. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v. 141, p. 166 - 172, 2011.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 573 579, 2007.

GASTAL, F.; DURAND, J.L. Effects of Nitrogen and Water Supply on N and C Fluxes and Partitioning in Defoliated Swards. **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Ed. LEMAIRE, G; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. In: CAB International, p. 15 – 40, 2000.

GOMES, F.J.; PEDREIRA, C.G.S; BOSI, C.; CAVALLI, J.; HOLSCHUCH, S.G.; MOURÃO, G.B.; PEREIRA, D.H.; PEDREIRA, B.C. Shading Effects on Marandu Palisadegrass in a Silvopastoral System: Plant Morphological and Physiological Responses. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 5, p. 2332 – 2340, 2019.

JUNG, H.G. Forage Lignins and Their Effects on Fiber Digestibility. **Agronomy Journal**, v. 81, n. 1, p. 33 - 38, 1989.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Ecofisiologia de plantas forrageiras e o manejo do pastejo. **Simpósio sobre Manejo da Pastagem**, v. 24, p. 153 - 176, 2007.

VILELA, L.; SOARES, W.V.; SOUSA, D.M.G.; MACEDO, M.C.M. **Calagem e adubação para pastagens na região do Cerrado**. Circular Técnica n° 37, Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 1998, 16p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.,; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

CAPÍTULO 2

MELHORAMENTO GENÉTICO DE FORRAGEIRAS

Data de aceite: 11//10/2021

Cinthya Souza Santana
Eng. Agrônoma e Doutora em Fitotecnia
http://lattes.cnpq.br/9544804282885810

Vitor Batista Pinto
Eng. Agrônomo e Doutor em Genética e Melhoramento. Centro de Biociências e Biotecnologia – Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF)
http://lattes.cnpq.br/4343507117649561

RESUMO: O interesse agronômico do melhoramento de forrageiras busca contribuir para ampliação e estratégia produtiva no Brasil. Devido a diversidade climática brasileira são realizadas pesquisas com genótipos de forrageiras com intuito de aperfeiçoar a produção, o valor nutricional, a resistência a pragas e doenças assim como tolerância dessas espécies às condições de estresses ambientais. Outro ponto relevante do programa de melhoramento é o desenvolvimento de cultivares para aumentar a produtividade e o desempenho animal. Salienta-se que, as forrageiras do gênero *Urochloa* spp e *Megathyrsus maximus* são atualmente as mais estudadas no Brasil, e as leguminosas são outras forrageiras de relevância para a produção brasileira. Neste capítulo discutiremos tipos de melhoramento genético em forrageiras estudados em diversas instituições de pesquisa brasileira.

PALAVRAS-CHAVE: cultivares, sequenciamento genético, manejo de pastagem, tecnologia genômica.

ABSTRACT: The agronomic interest of forage improvement seeks to contribute to the expansion and production strategy in Brazil. Due to the Brazilian climate diversity, research is carried out with forage genotypes in order to improve production, nutritional value, resistance to pests and diseases, as well as tolerance of these species to environmental stress conditions. Another relevant point of the breeding program is the development of cultivars to increase productivity and animal performance. It should be noted that forages of the genus Urochloa spp and Megathyrsus maximus are currently the most studied in Brazil, and legumes are other forages of relevance to Brazilian production. In this chapter we will discuss types of genetic improvement in forages studied in several Brazilian research institutions.

KEYWORDS: cultivars, genetic sequencing, pasture management, genomic technology.

1 | INTRODUÇÃO

O extenso território brasileiro localizado em zona tropical apresenta enorme potencial produtivo para forrageiras. Na pecuária, o pasto é um fator crucial e a inclusão da pastagem no planejamento dessa atividade garante o baixo custo da produção, principalmente, de carne e de leite. No Brasil são aproximadamente 162,19 milhões hectares de pastagens (ABIEC, 2019).

Intensificar a produção da pecuária sem a necessidade de explorar novas áreas requer ações do tipo: manejo adequado por meio dos produtores; potencial de desempenho animal e a aplicação de níveis mais elevados de tecnologias. No entanto, o uso de cultivares melhoradas geneticamente e adaptadas às condições locais certamente é um fator de muita importância (FONSECA e MARTUSCELLO, 2016).

O principal objetivo do melhoramento vegetal é a obtenção de cultivares com características superiores por meio de alterações das frequências gênicas (FERRAZ e ELER, 2010). Atualmente os programas brasileiros de melhoramento de forragens têm como objetos de estudo *Urochloa* spp e *Megathyrsus maximus*. Outras forrageiras de relevância para a forragicultura brasileira são leguminosas. Embora em menor proporção, essas espécies auxiliam com maior expressividade principalmente na recuperação de pastagens degradadas e em regiões de baixa fertilidade e déficit hídrico. Algumas espécies do gênero *Arachis* spp., *Stylosanthes* spp., são utilizadas nos programas de melhoramento do Brasil.

Nas últimas duas décadas, algumas cultivares de alto rendimento foram liberadas pelos programas de melhoramento de forrageiras no Brasil, no entanto, essa ainda é uma área da pesquisa relativamente recente que apresenta muitos desafios, pois abrange um elevado número de espécies de forrageiras, com diferentes níveis de ploidia e modos reprodutivos distintos (incluindo apomixia) (PEREIRA et al., 2018).

Para obtenção de maiores ganhos genéticos, em menor tempo, é necessária maior informação genômica das forragens tropicais, e para isso, o uso de ferramentas como sequenciamento, bioinformática e fenotipagem automática, devem ser priorizados (BARABASCHI et al., 2016).

Nesse contexto, esse capítulo faz uma abordagem a respeito do melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil, apresentas alguns dos resultados já obtidos com o melhoramento, os principais métodos até então aplicados e as principais perspectivas para o lançamento de novas cultivares.

2 | FORRAGEIRAS CULTIVADAS NO BRASIL

O clima tropical e subtropical é propício para o cultivo de forrageiras dos gêneros *Cynodon*, *Urochloa* e *Megathyrsus maximus* (ALENCAR et al., 2010; VASUM et al., 2019). No Brasil as distintas condições edafoclimaticas ao longo de toda sua extensão impõem a necessidade de variabilidade de cultivares adaptadas para cada região.

De maneira geral, o gênero *Urochloa* spp. (*U. brizantha, U. decumbens, U. humidicola* e *U. ruziziensis*) são amplamente utilizadas na América (KILLER ET AL., 1996). No Brasil, ele ocupa a maior parte das áreas de pastagem. As principais espécies de valor agronômico

são originárias das áreas de savana da África Ocidental (Tabela 1), e as espécies desse gênero originárias do Brasil não apresentam potencial forrageiro (PIZZARRO et al., 1996).

Depois do gênero *Urochloa, Megathyrsus maximus* (syn. *Panicum maximum*) é a forrageira mais cultivada no Brasil com destaque para o Norte de Minas Gerais e estados do Nordeste (JANK et al., 2008). Essa espécie apresenta boa adaptação a regiões de déficit hídrico e por isso é relevante para a produção animal, principalmente do Cerrado (JANK et al., 1996).

Já o gênero *Cynodon* é um pequeno grupo dentro da subfamília Chloridoideae, com distribuição na zona tropical e com pouca frequência da subtropical do Leste da África. As espécies *C. aethiopius, C. dactylon, C. nlemfuensis* e *C. plectostachyus,* são amplamente difundidas na América do Norte. No Brasil, não há registros do Cynodon e sua introdução assim como *M. maximus,* parece ter sido por meio de navios vindos da África para o comercio de escravos. A maioria dos acessos avaliados em estudos científicos são importados das Américas Central e do Norte (FONSECA e MARTUCELLOS, 2010).

Das forrageiras da família Leguminosae, as do gênero *Arachis, Stylosanthes, Leucaena, Cratylia* e as espécies *Cajanos cajan* e *Medicago sativa* são os principais alvos do melhoramento genético brasileiro (Tabela 2). Algumas delas apresentam origem brasileira o que garante boa adaptabilidade (VALLE et al., 2009).

Espécie	**Origem**
Urochloa	
Urochloa arrecta	Angola, Botsuana, Quênia, Malawi, Namíbia (nordeste), Natal, África do Sul (província do cabo, Transvaal), Tanzânia, Uganda, Zâmbia, Zimbábue.
Urochloa brizantha	Botsuana, Camarões, Costa do Marfim, Etiópia, Gana, Guiné, Quênia, Malawi, Moçambique, Namíbia, Nigéria, Serra Leoa, África do Sul, Tanzânia, Uganda, Zaire, Zâmbia, Zimbábue.
Urochloa decumbens	África Central e Oriental (ocorrência em altitude entre 500 a 2.300 metros), incluindo Burundi, Quênia, Ruanda, Tanzânia, Uganda e Zaire.
Urochloa dictyoneura	Tanzânia, Moçambique, Quênia, Sudão, Uganda e Zâmbia.
Urochloa humidicola	Sul do Sudão e da Etiópia, norte da Namíbia e da África do Sul.
Urochloa mutica	África tropical subsaariana (ocorrência em planícies de inundação).
Urochloa ruziziensis	Burundi, Ruanda, Zaire Oriental (ocorrência em pradarias e áreas perturbadas).
Cynodon	
Cynodon aethiopicus	República Democrática do Congo (Zaire), Etiópia, Quênia, Malawi, Moçambique (noroeste), Ruanda, Sudão (sudeste), Tanzânia, Uganda, Zâmbia, Zimbábue.
Cynodon dactylon	Angola, Moçambique, Namíbia, África do Sul, Tanzânia, Zâmbia, Zimbábue, e também na Ásia: Afeganistão, Índia, Israel, Sri Lanka e Oceano Índico: Madagascar.
Cynodon nlemfuensis	Angola, República Democrática do Congo (Zaire), Etiópia, Quênia,Malawi, Sudão (sudeste), Tanzânia, Uganda, Zâmbia, Zimbábue.

Cynodon plectostachyus	Etiópia, Quênia, Tanzânia, Uganda.
Megathyrsus	
Megathyrsus maximus	Angola, Benin, Botsuana, Camarões, Costa do Marfim, República Democrática do Congo (Zaire), Eritreia, Etiópia, Gana, Quênia, Lesoto, Libéria, Malawi, Moçambique, Namíbia, Nigéria, Senegal, Serra Leoa, Somália, África do Sul, Sudão, Suazilândia, Tanzânia, Uganda, Zâmbia, Zimbábue.

Tabela 1. Principais espécies dos gêneros *Urochloa*, *Cynodon* e *Megathyrsus maximus* e suas respectivas localizações de origem.

Fonte: Tropical Forages, 2019.

3 I MELHORAMENTO DE FORRAGEIRAS TROPICAIS

No Brasil, a maioria dos programas de melhoramento de forrageiras são coordenados pela iniciativa pública, pelos centros de pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), embora ainda existam instituições privadas e universidades que estejam envolvidas direta ou indiretamente no processo de obtenção de cultivares (ASSIS et al., 2009).

O melhoramento das espécies forrageiras visa garantir cultivares mais produtivas de melhor qualidade nutritiva, adaptadas às diversas condições edafoclimáticas e resistentes a pragas e doenças, e também a obtenção maior palatabilidade, persistência ao pisoteio entre outros fatores (JANK et al., 2014). No entanto, espera-se como resultado final obter forrageira que garantam elevada conversão em carne e leite, e nesse caso devemos ressaltar a dependência do potencial do animal para alcançar esse objetivo (BOVAL e DIXON, 2012). Na Tabela 3, são listados alguns objetivos dos programas de melhoramento com suas respectivas espécie-alvo.

O melhoramento inicia-se com a coleta, introdução, caracterização e conservação dos materiais genéticos que garantam incrementos qualitativos ou quantitativos desejados à forrageira (CASTILHO et al., 2010). Desse modo, os bancos ativos de germoplasmas (BAG) são fundamentais para os programas de melhoramento genético. A coleção de germoplasma é obtida por meio da coleta de espécies nativas ou exóticas adaptadas nas mais diversificadas condições.

No Brasil, o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) é responsável pela conservação do recurso genéticos vegetais. O SNPA é coordenado pela Embrapa, e é responsável pela maioria dos acessos de espécies forrageiras. Os BAG e coleções vivas são armazenadas na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e na Coleção de Base, localizados em Brasília, DF.

Espécie	Origem
Arachis glabrata	Brasil (Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo), Argentina (Corrientes, Misiones), Paraguai (Alto Paraná, Amambay, Caaguazu, Canendiyu, Central, Conceição, Cordilheira, Guaira), Itapua, Misiones, Paraguari, San Pedro.
Arachis pintoi	Brasil (Bahia, Goiás, Minas Gerais)
Stylosanthes capitata	Leste do Brasil, Venezuela.
Stylosanthes guianensis	Mesoamérica: Belize, Costa Rica (nordeste), Guatemala, Honduras, México (sul), Nicarágua (leste), Panamá; América do Sul: Bolívia (norte), Brasil, Colômbia, Guiana Francesa, Guiana, Peru, Suriname, Venezuela.
Stylosanthes macrocephala	Brasil (Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais em ambientes de savana sub-úmida e de áreas secas).
Leucaena leucocephala	México e Guatemala
Cratylia argentea	Brasil, Bolívia, Peru e leste dos Andes
Cajanus cajan	Ásia: Afeganistão, Bangladesh, Butão, Índia, Sri Lanka; África: Etiópia, Quênia, Malawi, Tanzânia, Uganda.
Medicago sativa	Ásia Menor, Transcaucásia, Irã e Turquemenistão (terras altas).

Tabela 2. Principais espécies de forrageiras leguminosas e suas respectivas localizações de origem.

Fonte: Tropical Forages, 2019.

3.1 Estratégias para o melhoramento de forrageiras tropicais

O sucesso do melhoramento de forragens é baseado no acúmulo de efeitos genéticos aditivos em variedades sintéticas, com pouca exploração da variação genética não aditiva associada à heterose (HUMPHREYS, 2001).

Os métodos de melhoramento indicados para cada espécie de forrageira varia de acordo com o seu mecanismo de reprodução, seja autogamia (maioria das leguminosas forrageiras) ou alogamia. Mesmo aquelas espécies propagadas vegetativamente, são capazes de produzir sementes sexuais o que permite a aplicação dos mesmos métodos de melhoramento utilizados em outras espécies de importância econômica com algumas modificações (RESENDE et al., 2008).

Como a maioria das espécies são alógamas, ou seja, apresentam genótipos altamente heterozigóticos, os métodos de melhoramento mais utilizados são introdução e seleção de plantas, hibridação intra e interespecífica e seleção recorrente fenotípica, de modo a manter a heterozigosidade. A escolha do método dependerá da espécie alvo e dos objetivos do melhoramento, do germoplasma, exigências ambientais de cultivo da espécie e locais nos quais a cultivar candidata será cultivada (RESENDE et al., 2015). Em forrageiras alógamas, os métodos de melhoramento são baseados na avaliação de progênies de polinização aberta, resultando em progênies de meios-irmãos (POSSELT, 2010; WALTER et al., 2012).

Espécies de forrageiras como *Megathyrsus maximus* e *Urochloa* spp. têm

apresentado heterose no cruzamento entre plantas apomíticas (fornecedoras de pólen) e sexuais (utilizadas como genitores femininos). A seleção recorrente recíproca se torna a melhor estratégia para este caso, sendo a população sexual melhorada em função da população apomítica. A recombinação ocorrerá em apenas uma das populações e com o avanço do programa de melhoramento é possível obter apenas um genótipo elite da população assexuada e melhorar a população sexual em função de um indivíduo testador apomítico (RESENDE et al., 2005).

Segundo Resende et al. (2015), na seleção recorrente em forrageiras é possível aumentar a frequência de alelos favoráveis para os caracteres de interesse, sendo essa avaliação variável de acordo com o tipo de progênie e método de estimação. A seleção poderá ser praticada dentro de famílias, entre famílias, de indivíduos no experimento ou pela utilização de todas as fontes de informação. Especialmente na produção de biomassa, a seleção dentro de famílias resulta em ganhos significativos.

Espécie	Centro de Pesquisa	Alvo do melhoramento	Referências
Arachis spp.	Embrapa Acre, Rio Branco/AC	Produtividade, resistência a estresses bióticos, produção de sementes, cobertura do solo	Assis et al. (2008)
U. brizantha	Embrapa Gado de Corte, Campo Grande/MS	Resistência à cigarrinha, valor nutritivo, adaptação a solos ácidos, produção de sementes	Miles e Valle (1996), Valle et al. (2009)
U. brizantha	CIAT, Cali/Colômbia	Resistência à cigarrinha, valor nutritivo, adaptação a solos ácidos, produção de sementes	Miles e Valle (1996), Valle et al. (2009)
U. decumbens	Embrapa Gado de Corte, Campo Grande/MS	Resistência à cigarrinha, valor nutritivo	Valle et al. (2009), Valle et al. (2010)
U. humidicola	Embrapa Gado de Corte, Campo Grande/MS	Produtividade, valor nutritivo	Valle et al. (2009)
U. ruziziensis	Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora/MG	Resistência à cigarrinha, vigor e persistência	Souza et al. (2010)
M. maximus	Embrapa Gado de Corte, Campo Grande/MS	Produção de sementes e folhas, energia e resistência ao fungo *Bipolaris maydis*	Jank et al (2005a), Jank et al. (2008), Resende et al. (2004)
Pennisetum spp.	Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora/MG	Produção de sementes, energia e corte	Pereira e Lédo (2008)
Stylosanthes capitata	Embrapa Gado de Corte, Campo Grande/MS	Produção de sementes, produção de matéria seca e resistência à antracnose	Embrapa Gado de Corte (2007), Simeão et al. (2006)
S. guianensis	Embrapa Cerrados, Planaltina/DF	Produção de sementes e produção de matéria seca	Simeão et al. (2006)

S. macrocephala	Embrapa Gado de Corte, Campo Grande/MS	Resistência a antracnose e produção de sementes	Embrapa Gado de Corte (2007)

Tabela 3. Alvo do melhoramento de forrageiras tropicais.

Fonte: Adaptado de Jank et al. (2011).

3.2 Desenvolvimento de cultivares

A regulamentação da liberação de cultivares de forragens tropicais no Brasil é feita pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e avaliações de dois anos de corte e dois anos de pastejo em comparação com a cultivar padrão devem ser realizadas para receber a autorização para comercialização no país (JANK et al., 2011).

A avaliação de valor de cultivo e uso (VCU) é uma condição essencial para a inscrição das cultivares no Registro Nacional de Cultivares (RNC), sendo o registro habilitação obrigatória para a produção e comercialização de sementes (REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES DE FORRAGEIRAS, 2008). Além disso, é fundamental o ensaio de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade para solicitar proteção da cultivar e recebimento de royalties (JANK et al., 2011). Valle et al., (2008) esquematizou o desenvolvimento da obtenção de cultivares de gramíneas apomíticas (Figura 1).
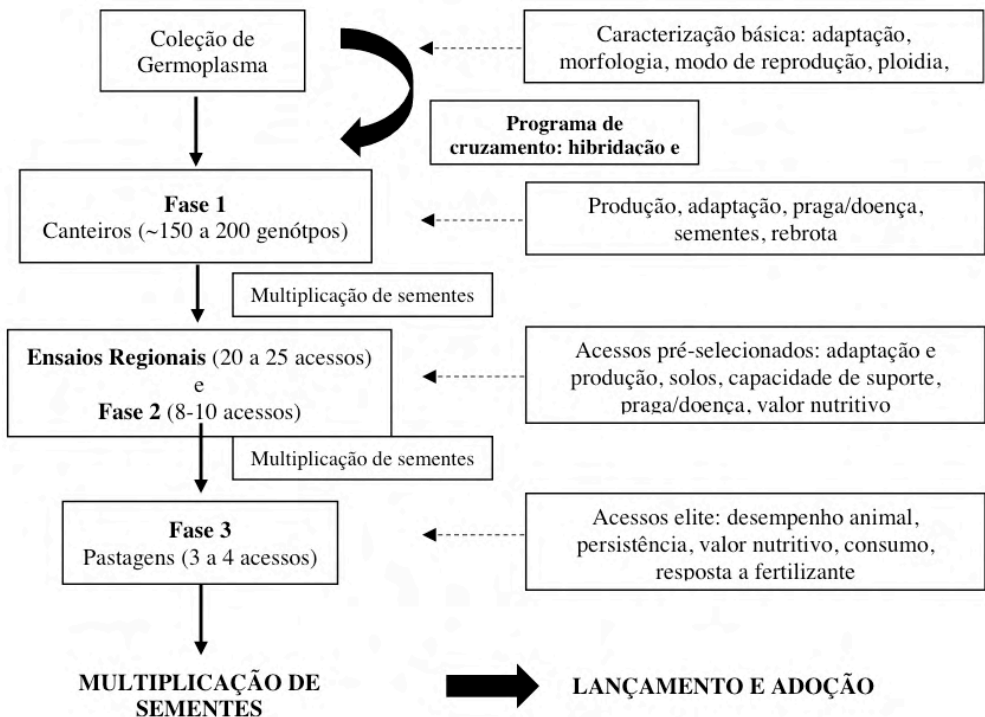
Figura 1 - Etapas de desenvolvimento de cultivares de forrageiras. Adaptado de Valle et al. (2008).

4 | MELHORAMENTO GENÉTICO DO *UROCHLOA* SPP.

De modo geral, o programa de melhoramento da *Urochloa*, identifica algumas características como extremamente negativas e relevante à obtenção de cultivares superiores. No atual cenário das pastagens, o melhoramento dessa espécie é pautado na necessidade de obtenção de cultivares de elevada produtividade, elevada qualidade nutritiva com altos teores de proteína bruta, de reduzida estacionalidade e resistente principalmente a cigarrinha das pastagens (VALLE et al., 2013; PEZZOPANE et al., 2015; TORRES et al., 2015).

A área de predominância da espécie *U. brizantha* nas pastagens brasileiras faz dela um alvo especial nos programas de melhoramento. Em estudos com nove genótipos *U. brizantha,* foi identificada a possibilidade de se utilizar a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica na seleção direta quanto indireta de genótipos de *U. brizantha* com maior teor de proteína bruta (TORRES et al., 2016). A taxa de expansão foliar apresenta alta correlação com a produção de biomassa e tem sido utilizada como critério para a seleção de germoplasma forrageiro em trabalhos de melhoramento genético (PEREIRA et al., 2013).

Nas últimas duas décadas a Embrapa lançou cinco cultivares do gênero *Urochloa*. As cultivares Xaraés, BRS Piatã, e BRS Paiaguás, lançados respectivamente nos anos de 2003, 2007 e 2013, são melhoramentos da *U. brizantha* com resultados de produtividade superiores quando comparado com o cv. Marandu e similares em termos de exigência à fertilidade, responsividade à adubação, tolerância a solos ácidos e mal drenados. No entanto, apenas cv. Piatã é tolerante à cigarrinha das pastagens (VALLE et al., 2004; VALLE et al., 2010).

Em 2012, foi lançado o melhoramento da *U. humidicola*, a BRS Tupi. Também tolerante à solos mal drenados, apresenta tolerância a seca, média resistência às cigarrinhas das pastagens e solos de baixa fertilidade. Apresentou maior produtividade animal em relação a *U. humidicola*. Menor valor nutritivo quando comparada à outras *Urochloa*.

O último lançamento BRS Ipyporã, trata-se de um híbrido originado do cruzamento entre *U. ruziziensis* e *U. brizantha*. Essa nova cultivar apresenta resistência a todas as cigarrinhas-das-pastagens, (inclusive a *Mahanarva* spp.) e valor nutritivo e maior ganho de peso individual superior à Marandu (VALLE et al., 2017).

5 | MELHORAMENTO DO *MEGATHYRSUS MAXIMUS*

Além dos ganhos genéticos, o melhoramento e desenvolvimento de cultivares da *Megathyrsus maximus (*syn *Panicum maximum)* contribui para diversificar as pastagens brasileiras. O primeiro lançamento, em 1990, foi a cultivar Tanzânia-1, que embora apresentou elevada produção de massa de folhas, e consequentemente maior ganho por

animal, apresentou também suscetibilidade ao fungo *Bipolaris maydis* (CECATO et al., 2000).

Três anos depois foi lançada a cultivar Mombaça. Atualmente é a cultivar mais plantada no Brasil, superando a produção de massa de folhas da cultivar Tanzânia. Sua elevada produtividade é aliada à resistência à cigarrinha e boa resistência ao *Bipolaris maydis*. Porém essa cultivar apresenta baixa resistência à acidez do solo e déficit hídrico e seu nível de exigência é considerado de médio a alto (JANK et al., 2008; JANK et al., 2010; JANK et al., 2014).

Em 2001, foi lançada a cultivar Massai, que diferentemente das demais apresenta bons resultados no Nordeste devido a sua alta resistência à seca, e solos menos férteis. Altamente responsiva a adubação e resistente à cigarrinha e *Bipolaris maydis* (CARNEIRO et al., 2001).

Por fim, os dois híbridos de *Megathyrsus maximus* BRS Tamani e BRS Quênia foram lançados respectivamente nos anos de 2015 e 2017, obtidos por meio do cruzamento entre de genótipos pré-selecionados da coleção na Embrapa Gado de Corte. BRS Tamani apresenta maior produtividade que o Massai, porém exigência média a alta de fertilidade, intolerante à acidez do solo e déficit hídrico. Assim como Tamani, o híbrido BRS Quênia apresenta exigência média a alta de fertilidade, intolerante à acidez do solo e déficit hídrico (JANK et al., 2017).

6 | CIÊNCIAS ÔMICAS NO MELHORAMENTO DE FORRAGEIRAS

O rápido avanço das “Ciências Ômicas” proporcionou uma oportunidade de gerar novos conjuntos de dados para espécies cultivadas. A integração de ômicas funcional e estrutural com dados genéticos e fenotípicos está levando à identificação de genes e padrões responsáveis para importantes fenótipos.

O uso de tecnologias moleculares aplicadas ao melhoramento de forragens oferece um grande potencial para o desenvolvimento mais rápido e direcionado de cultivares. Uma vez que, abordagens baseadas em biotecnologia, como a introgressão de genes baseada no estudo funcional e a seleção assistida por marcadores, vêm se tornando cada vez mais acessíveis aos pesquisadores (SPANGENBERG et al., 2005).

Os estudos genômicos aplicados ao melhoramento de forrageiras tropicais têm focado no desenvolvimento de marcadores moleculares para avaliar a estrutura e diversidade de germoplasmas e nos aspectos moleculares da apomixia. Mas a aplicação dessas ferramentas nos programas de melhoramento de forrageira no Brasil, com objetivo de mapeamento de QTLs, isolamento de genes, sequenciamento e montagem de genomas ou seleção assistida por marcadores ainda é limitado (PEREIRA et al., 2018).

Além disso, outras ômicas como a transcriptômica, proteômica e fenômica vêm

crescendo no cenário atual para o estudo de características e desenvolvimento de cultivares para os mais diversos objetivos do melhoramento. A integração dessas tecnologias se torna uma promissora e poderosa ferramenta para uma seleção mais pontual e rigorosa, fornecendo novos genes alvos para o melhoramento de forrageiras.

O uso de marcadores microssatélite (SSR) em *Megathyrsus maximus*, permitiu estimar as relações genéticas e diferenciar os híbridos interespecíficos em uma população, sendo potencialmente uteis nos estudos genéticos da estrutura populacional e do melhoramento molecular nesta espécie (SOUSA et al., 2010; CHANDRA e TIWARI, 2010).

Juntamente com a evolução dos métodos moleculares aplicados ao melhoramento, a seleção genômica surgiu como uma abordagem promissora para explorar esses marcadores e desenvolver novos modelos para avaliação genética dos mesmos em programas de melhoramento (BHAT et al., 2016). No melhoramento de forrageiras, espera-se que a aplicação dos métodos de seleção genômica seja valioso quando a avaliação fenotípica de indivíduos seja incapaz de prever o desempenho em condições de pasto, quando é difícil ou impossível aplicar pressão de seleção significativas dentro das famílias, ou quando avaliações fenotípicas exigem um longo tempo de ciclo.

Entretanto, as ferramentas genômicas em forrageiras tropicais ainda apresentam um baixo uso, possivelmente devido (i) aos diferentes níveis de ploidia e modos reprodutivos das espécies de forrageiras foco dos programas de melhoramento; (ii) à limitação de orçamento para o melhoramento; e (iii) à recente criação destes programas de melhoramento (PEREIRA et al., 2018).

A acurácia e relevância das características alvo para o melhoramento genômico de forrageiras devem ser vinculadas a robustas estratégias de avaliação no campo, incluindo as tecnologias de fenotipagem. Isso requer um excelente gerenciamento e integração de dados com sistemas de apoio à decisão para oferecer maior eficácia no melhoramento de forragens (BARRET et al., 2015).

Para as gramíneas forrageiras tropicais, a fenotipagem em estufas pode não ser viável devido a grandes exigências de espaço. Dessa maneira, a fenotipagem de alto rendimento em condições de campo seria útil para o melhoramento dessas espécies. Porém, estudos com esse objetivo ainda são escassos até o momento (JIMENEZ, et al. 2017).

Provavelmente, o modo mais fácil de estudar as mudanças no genoma é através da transcriptoma, devido à estrutura relativamente simples e homogênea da molécula do RNA. A partir da análise diferencial do transcriptoma de flores sexuais e apomíticas, Ortiz et al. (2019) sugeriram que a regulação mediada por sRNA das vias de auxina é essencial na promoção da apomixia em *Paspalum notatum*.

Um outro exemplo do uso das ferramentas de transcriptômica auxiliando o

melhoramento de forrageiras se dá na busca de possíveis genes alvo envolvidos na resposta de estresses ambientais. A partir da análise do RNA-seq de *Mendicago ruthenica*, Shu et al. (2018), identificaram possíveis novos genes envolvidos na regulação da resposta de diversos estresses abióticos, como frio, congelamento, estresse osmótico, estresse salino e por ácido abicísico.

7 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações genômicas no melhoramento genético de plantas são de extrema importância para obtenção de respostas biológicas relevantes como a produtividade e qualidade nutricional. Das forrageiras incluídas nos programas de melhoramento no Brasil apenas os genomas das espécies *Cajanus cajan*, *Cenchrus americanus* (syn. *Pennisetum glaucum)*, e as espécies *Arachis duranensis*, *Arachis ipaensis* e *Setaria itálica*, relacionadas à importantes forrageiros tropicais, tiveram seu genoma sequenciado. Isso pode ser explicado pelo fato da maioria dos programas de melhoramento serem relativamente recentes e das dificuldades impostas pelo elevado número de espécies de forrageiras, com diferentes níveis de ploidia e modos reprodutivos distintos (incluindo apomixia).

A disponibilidade de recursos e ferramentas moleculares e o relativo baixo custo de sequenciamento, estão levando a uma nova revolução, uma vez que facilitam o estudo do genótipo e sua relação com o fenótipo, em particular para características complexas, impulsionando os ganhos genéticos obtidos pelos programas de melhoramento e permitindo o estudo mais detalhado da função de genes específicos.

Além disso, a comunidade científica atuante no melhoramento de forrageiras vem incentivando a aplicação de ferramentas genômicas nas pesquisas com forrageiras tropicais e o aumento das ações cooperativas entre instituições de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. BeefREPORT: Perfil da Pecuária no Brasil. 2019. 48 p.

ASSIS, G.M.L.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO JUNIOR, J.M.; AZEVEDO, J.M.A.; FERREIRA, A.S. Seleção de genótipos de amendoim forrageiro para cobertura do solo e produção de biomassa aérea no período de estabelecimento utilizando metodologia de modelos mistos. **Brazilian Journal of Animal Science,** v.37, p. 1905 - 1911, 2008.

ASSIS, G.M.L. Melhoramento genético de forrageiras tropicais: importância complexidade. Ed. GONÇALVES, R.C.; OLIVEIRA, L.C.**In: Embrapa Acre: ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável do Sudoeste da Amazônia.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, p. 209 - 220, 2009.

BARABASCHI, D.; TONDELLI, A.; DESIDERIO, F.; VOLANTE, A.; VACCINO, P.; VALÈ, G.; ECATTIVELLI, L. (2016) Melhor geração. **Plant Science,**v. 242, p. 3 – 13, 2016.

BARRETT, B.A.; FAVILLE, M.J.; NICHOLS, S.N.; SIMPSON, W.R.; BRYAN, G.T.; CONNER, A.J. Breaking through the feed barrier: options for improving forage genetics. **Animal Production Science**, v. 55, n. 7, p. 883 – 892, 2015.

BHAT, J.A.; ALI, S.; SALGOTRA, R.K.; MIR, Z.A.; DUTTA, S.; JADON, V.; ANSHIKA TYAGI, A.; MUSHTAQ, M.; JAIN, N.; SINGH, P.K.; SINGH, G.P.; PRABHU, K.V. Genomic selection in the era of next generation sequencing for complex traits in plant breeding. **Frontiers in genetics**, v. 7, n. 221, p. 1 - 11, 2016.

BOVAL, M.; DIXON, R. M. A importância das pastagens para a produção animal e outras funções: uma revisão sobre manejo e progresso metodológico nos trópicos. **Animal**, v. 6, p. 748 - 762, 2012.

CASTILLO, J. G.; ESTÉVEZ, A. N. A.; SALOMÓN, J. L.; VARGAS, D.; HERNÁNDEZ, M.; PÉREZ, A. Determinación de la estabilidad genética en cuatro especies del banco de germoplasma de papa en Cuba conservadas in vitro. **Cultivos Tropicales**, v. 31, n. 3, p. 51-57, 2010.

CARNEIRO, J.C.; MOREIRA, P.; JANK, L.; SALES, M.F.L. Capim massai (*Panicum maximum* Jacq.): nova forrageira para a diversificação das pastagens no Acre. **Circular Técnica 41**, Embrapa Acre, 2001, 16p.

CECATO, U.; MACHADO, A.O.; MARTINS, E.N. Avaliação da produção e de algumas características fisiológicas de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. sob duas alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 660 - 668, 2000.

CHANDRA, A.; TIWARI, K.K. Isolation and characterization of microsatellite markers from guineagrass (*Panicum maximum*) for genetic diversity estimate and cross-species amplification. **Plant Breed**. v. 129, p. 120 - 124, 2010.

FERRAZ, J.B.S.; ELER, J.P. Parceria público x privada no desenvolvimento de pesquisa em melhoramento genético animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 216 - 222, 2010.

FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas forrageiras**. Editora UFV, Viçosa, 2010, 537p.

HUMPHREYS, M.O. Breeding methods for forage and amenity grasses. In **Molecular Breeding of Forage Crops,** Dordrecht, p. 41-50, 2001.

JANK, L.; CALIXTO, S.; COSTA, J.C.G.; SAVIDAN, Y.H.; CURVO, J.B.E. Catalog of the characterization and evaluation of the *Panicum maximum* germplasm: morphological description and agronomical performance. Campo Grande, (**Embrapa Gado de Corte. Documentos, 68**), 1997, 53p.

JANK, L.; RESENDE, R.M.S.; VALLE, C.B.; RESENDE, M.D.V.; CHIARI, L.; CANCADO, L.J.; SIMIONI, C. Melhoramento Genético de *Panicum maximum* Jacq. In: RESENDE R.M.S.; VALLE C.B.; JANK L(eds.). **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, p. 55 - 87, 2008.

JANK, L.; VALLE, C.B.; CARVALHO, P.F.New grasses and legumes: advances and perspectives for the tropical zones of Latin America. In REYNOLDS, S. G.; FRAME, J. (eds.). **Grasslands: developments, opportunities and perspectives**. FAO, Rome, p. 55-79, 2005.

JANK, L.; VALLE, C.B.; RESENDE, R.M.S. (2005) Grass and forage plant improvement in the tropics and sub-tropics. In: McGILLOWAY D.A. (ed). **Grassland: a global resource.** Wageningen Academic Publishers, Wageningen, p. 69-81, 2005.

JANK, L.; MARTUSCELLO, J.A.; EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B.; RESENDE, R.M.S. *Pancum maximum.* In: FONSECA, D.M; MARTUSCELLO, J.A. (ed.) **Plantas forrageiras,** Editora UFV, Viçosa, v. 5, 166 - 196, 2010.

JANK, L.; VALLE, C.D.; RESENDE, R.M.S. Breeding tropical forages. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 11, p. 27 - 34, 2011.

JANK, L.; BARRIO, S.C.; VALLE, C.B.; SIMEÃO, R.M.; ALVES, G.F.The value of improved pastures to Brazilian beff production. **Crop and PastureScience**, v. 65, n.11, p. 1132 - 1137, 2014.

JANK, L.; ANDRADE, C.M.S.; BARBOSA, R.A.; MACEDO, M.C.M.; VALÉRIO, J.R.; VERZIGNASSI, J.; ZIMMER, A.H.; FERNANDES, C.D.; SANTOS, M.F.; SIMEÃO, R.M. O capim-BRS Quênia (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens. **Comunicado Técnico**, n. 138, 2017, 18p

JIMÉNEZ, J.C.; CARDOSO, J.A., LEIVA, L.F.; GIL J.; FORERO, M.G.; WORTHINGTON, M.L.; MILES, J.W.; RAO, I.M. Non-destructive phenotyping to identify *Brachiaria* hybrids tolerant to waterlogging stress under field conditions. **Frontieres inPlant Science**, v. 8, n. 167, p. 1 - 10, 2017.

KELLER-GREIN, G.; MASS, B.L.; HANSAN, J. Natural variation in *Brachiaria* and existing germplasm collections. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE, C.B. (ed.). ***Brachiaria*: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT, 1996. cap. 2, p.16-42.

MICHAEL, T.P.; VANBUREN, R. Progress, challenges and the future of crop genomes. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 24,p. 71-81, 2015.

MILES, J.W.; VALLE, C.B. Manipulation of apomixis in *Brachiaria* breeding. In MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. (eds.) ***Brachiaria*: biology, agronomy, and improvement**. CIAT, Cali, (Publication 259): p.164 - 177, 1996.

ORTIZ, J.P.A.; LEBLANC, O.; ROHR, C.; GRISOLIA, M.; SIENA, L.A.; PODIO, M.; PESSINO, S.C. Small RNA-seq reveals novel regulatory components for apomixis in *Paspalum notatum.* **BMC genomics**, v. 20, n. 487, p. 1 - 17, 2019.

PEREIRA, A.V.; LÉDO, F.J.S. Melhoramento genético de *Pennisetum purpureum.* In: RESENDE, R.M.S.; VALLE, C.B.; JANK, L. (eds.) **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, p. 89 - 116, 2008.

PEREIRA, J.F.; AZEVEDO, A.L.S.; PESSOA-FILHO, M.; ROMANEL, E.A.D.C.; PEREIRA, A.V.; VIGNA, B.B.Z.; MEIRELES, K.G.X. Research priorities for next-generation breeding of tropical forages in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 18 n. 3, p. 314-319, 2018.

PEZZOPANE, C.G.; SANTOS, P.M.; CRUZ, P.G.; ALTOÉ, J.; RIBEIRO, F.A.; VALLE, C.B. Estresse por deficiência hídrica em genótipos de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5 p. 871 - 876, 2015.

PIZARRO, E.A.; VALLE, C.B.; KELLER-GREIN, G.; SCHULZEKRAFT, R.; ZIMMER, A. H. Regional Experiences with Brachiaria: Tropical America - Savannas. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B., (Ed.). ***Brachiaria*:Biology, Agronomy, and Improvement**. Brasília: EMBRAPA-CNPGC, p. 225 - 246,1996.

POSSELT, U.K. Alternative breeding strategies to exploit heterosis in forage crops. Biotechnol. **Animal Husbandry**, v. 26, p. 49 - 66, 2010.

Registro Nacional de Cultivares de Forrageiras, 2008. Disponível em: http://apps.agr.br/registro-nacional-de-cultivares-de-forrageiras-normas-dos-ensaios-de-vcu/

RESENDE, R.M.S.; JANK, L.; VALLE, C.B.; BONATO, A.L.V. Biometrical analysis and selection of tetraploid progenies of *Panicum maximum* using mixed model method. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n. 4,p. 335-341, 2004.

RESENDE, M.D.V.; BARBOSA, M.H.P.; REZENDE, G.D.S.; AGUIAR, A.M.; DIAS, L.D.S.; STURION, J.A. Métodos e estratégias de melhoramento de espécies perenes: estado da arte e perspectivas. In ***Embrapa Florestas-Artigo em anais de congresso***. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., Gramado. Anais. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2005.

RESENDE, R.M.S.; JANK, L.; DO VALLE, C.B.; BARRIOS, S.; SANTOS, M. (2015). Melhoramento de forrageiras tropicais. In *Embrapa Gado de Corte-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: SIMPÓSIO DE PASTAGEM E FORRAGICULTURA DO CAMPO DAS VERTENTES, 2, São João del Rei. **AnaisUFSJ**, p. 114 - 130, 2015.

RESENDE, R. M. S; VALLE, C. B.; JANK, L. (2008) Melhoramento de Forrageiras Tropicais, Editora Embrapa, Campo Grande, 17 p.

SHU, Y.; LI, W.; ZHAO, J.; LIU, Y.; GUO, C. (2018). Transcriptome sequencing and expression profiling of genes involved in the response to abiotic stress in Medicago ruthenica. **Genetics and Molecular Biology,** 41(3), 638-648.

SOUSA, A.C.B.; JUNGMANN, L.T.; CAMPOS, D.A. Development of microsatellite markers in Guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.) and their transferability to other tropical forage grass species. **Plant Breed**, v. 130, p. 104 - 108, 2011.

SOUZA, S.F.; AUAD, A.M.; LÉDO F.J.S. Genetic variability in *Brachiaria ruziziensis* for resistance to spittlebugs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.10, p. 83 - 88, 2010.

SPANGENBERG, C.; FORSTER, J.W.; EDWARDS, D.; JOHN, U.; MOURADOV, A.; EMMERLING, M.; DOBROWOLSKI, M.P. Future directions in the molecular breeding of forage and turf. **Molecular breeding for the genetic improvement of forage crops and turf**, Netherlands, p. 83 - 97, 2005.

TORRES, F.E.; VALLE, C.B.; LEMPP, B.; TEODORO, P.E.; SANTOS, A.E RIBEIRO, L.P. Contribuição dos caracteres de qualidade da forragem ao teor de proteína bruta em *Urochloa brizantha*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 51, n. 3, p. 284 - 287, 2016.

TORRES, F. E.; VALLE, C. B. do; LEMPP, B.; TEODORO, P. E.; RIGON, J. P. G.; RIBEIRO, L. P.; CORREA, C. C. G.; LUZ JUNIOR, R. A. A. Estimativa da divergência entre ecótipos de braquiária baseada em descritores quantitativos e qualitativos. **Ciência Rural**, v. 45, n. 3, p. 485 - 491, 2015.

Tropical Forages. Disponível em: http://www.tropicalforages.info/index.htm. Acesso em: 22 de setembro de 2019.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; PEREIRA, J.M; VALÉRIO, J.R.; PAGLIARINI, M.S.; MACEDO, M.C.M.; LEITE, G.G.; LOURENÇO, A.J.; FERNANDES, C.D.; DIASFILHO, M.B.; LEMPP, B.; POTT, A.; SOUZA, M.A. O capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária. **Documentos, 149**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, 2004, 36 p.

VALLE, C.B.; SIMIONI, C.; RESENDE, R.M.S.; JANK L.; CHIARI, L. Melhoramento genético de *Brachiaria*. In: RESENDE, R.M.S.; VALLE C.B.; JANK, L. (Eds.) **Melhoramento de Forrageiras Tropicais**. 1ª ed. Campo Grande, Embrapa. p. 13-53, 2008.

VALLE, C.B. BRS Ipyporã (“belo começo” em guarani): híbrido de *Brachiaria* da Embrapa. **Comunicado Técnico**, EMBRAPA, 2017, 18 p.

VALLE, C.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, v.56, n. 4; p. 460 - 472, 2009.

VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. Gênero *Brachiaria*. In FONSECA, D. M. e MARTUSCELLO, J. A. (eds.) **Plantas Forrageiras**, Viçosa, 12: p. 30 - 77, 2010.

VARSHNEY, R.K.; SHI, C.; THUDI, M.; MARIA, C.C.; WALLACE J.Q.I.P.; ZHANG, H.; ZHAO, Y.; WANG, X. Pearl millet genome sequence provides a resource to improve agronomic traits in arid environments. **Nature Biotechnology**, v. 35, p. 969 - 976, 2017.

WALTER, A.; STUBER, B.; KOLLIKER, R.Advanced phenotyping offers opportunities for improved breeding of forage and turf species. **Annals of Botany**,London, v. 11, p. 1271 - 1279, 2012.

CAPÍTULO 3

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS EM CULTURAS FORRAGEIRAS

Data de aceite: 11//10/2021

Bruna Magda Favetti
http://lattes.cnpq.br/6889340822215512
Bióloga, Doutora em Agronomia (Proteção de Plantas), Tangará da Serra/MT

Angélica Massarolli
http://lattes.cnpq.br/6190143474386646
Universidade do Estado de Mato Grosso
Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra/MT

Bruno da Silva Santos
http://lattes.cnpq.br/1251434713254501
Universidade do Estado de Mato Grosso
Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra/MT

Leandro Roberto da Cruz
http://lattes.cnpq.br/2671579138286779
Instituto Federal de Santa Catarina - Campus São Lourenço do Oeste/SC –
São Lourenço do Oeste/SC

RESUMO: As principais pragas ocorrentes em cultivos forrageiros do Brasil são as cigarrinhas, formigas, cupins, pulgões, lagartas, gafanhotos e os percevejos. A adoção do Manejo Integrado de Pragas (MIP) nestas culturas é pequena e quando os danos são observados pelo produtor fica difícil e caro controlar. O uso de estratégias sustentáveis dentro dos preceitos do MIP pode beneficiar o agricultor com cultivos de forrageiras de melhor qualidade e rendimento, bem como, na redução de custos. Assim, este capítulo apresenta informações que auxiliam no reconhecimento, monitoramento, nível de controle e práticas disponíveis para o manejo das principais pragas em cultivos forrageiros.

PALAVRAS-CHAVE: controle, inseto, práticas sustentáveis, capim.

INTEGRATED PEST MANAGEMENT IN FORAGE CROPS

ABSTRACT: The main pests occurring in forage crops in Brazil are Spittlebug, ants, termites, aphids, caterpillars, grasshoppers and stink bug. The adoption of Integrated Pest Management (IPM) in these crops is small and when damage is observed by the producer, it is difficult and expensive to control. The use of sustainable strategies within the IPM precepts can benefit the farmer with forage crops of better quality and yield, as well as in cost reduction. Thus, this chapter presents information to help in the recognition, monitoring, level of control and available practices for the management of the main pests in forage crops.

KEYWORDS: control, insect, sustainable practices, grass.

1 | INTRODUÇÃO

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é a interação de várias táticas de controle ao invés do uso exclusivo de inseticidas, a partir de um processo de tomada de decisão envolvendo o uso coordenado de múltiplas estratégias,

otimizando o controle de pragas de maneira sustentável e economicamente viável (Kogan, 1998).

Para a adoção do MIP em cultivos de plantas forrageiras são necessárias etapas básicas como: monitoramento das pragas e seus inimigos naturais, conhecimento dos níveis de tolerância das plantas aos danos causados pelos insetos, informações sobre os aspectos bioecológicos, seleção e uso planejado dos métodos de controle possíveis de serem adotados.

Porém, por se tratar de culturas utilizadas para fins de alimentação animal (utilizadas na forma de pastagem, por exemplo), o uso de práticas de manejo sustentáveis, em muitos casos é pouco usual, e quando os danos feitos por insetos-praga são notados pelo produtor, fica difícil e caro controlar. Além disso, informações sobre amostragem e nível de controle em alguns casos são incipientes fazendo com que o manejo seja conduzido a partir do “bom senso”, acarretando gastos desnecessários com insumos.

Apesar dos danos causados por pragas em produção forrageira serem em alguns casos bastante evidentes, dados sobre o impacto desses insetos na produção animal são escassos. Enquanto as perdas ocasionadas por insetos em cultivos anuais são relativamente fáceis de estimar em virtude do efeito direto na produção, em forrageiras, a avaliação de dados em termos de quilos de carne/ha é complexa, onerosa e difícil (Pottinger, 1976).

Apesar da escassez de informações para a implementação de planos de manejo de pragas em cultivos forrageiros, à adoção de práticas agrícolas sustentáveis pode beneficiar a produção animal a partir do cultivo de uma planta forrageira com melhor qualidade e produtividade, favorecendo maior duração no aproveitamento da cultura ao longo do tempo e diminuindo o uso de insumos e consequentemente os custos de produção.

Neste sentido, serão apresentadas no presente capítulo as principais pragas de plantas forrageiras cultivadas no Brasil, como também, informações que contribuam para o monitoramento, reconhecimento e estratégias de manejo de insetos nestes cultivos.

2 | PRAGAS E SEU MANEJO

2.1 Cigarrinhas-das-pastagens

As cigarrinhas-das-pastagens são insetos sugadores encontrados em gramíneas forrageiras (Ex.: *Urochloa decumbens, U. ruziziensis, Cynodon dactylon*, *Pennisetum purpureum*). No Brasil, as cigarrinhas que mais atacam e causam danos a estes cultivos são hemípteras da família Cercopidae (SILVEIRA NETO, 1986). O reconhecimento das principais espécies foi descrito por Gallo et al., (2002):

- ***Deois flavopicta*** (Stal): Adultos com 10 mm, coloração preta com duas faixas

transversais amarelas na asa e clavo amarelo. Abdome e pernas vermelhos.

- ***Deois schach*** (Fabricius): Adultos possuem 10 mm, coloração preto-esverdeada, com uma faixa transversal no terço apical da asa, de cor alaranjada. Abdome e pernas vermelhos.

- ***Deois incompleta*** (Walker): Adultos têm de 7 a 9 mm de comprimento, de coloração castanha, com manchas esbranquiçadas ou creme nos élitros e faixa longitudinal no clavo das asas, em forma de V.

- ***Mahanarva fimbriolata*** (Stal): Machos com 13 mm de comprimento, coloração vermelha com as tégminas orladas de preto e percorridas por uma faixa longitudinal de mesma cor; fêmeas com tégminas mais escuras e de coloração marrom-avermelhada.

- ***Notozulia entreriana*** (Berg): Adultos de 7 mm, coloração preto-brilhante com uma faixa transversal, no terço apical da asa, de coloração branco-amarelada. Pode apresentar padrões de asas variáveis.

A ocorrência das cigarrinhas está associada à umidade. Os ovos ficam em diapausa em períodos de estiagem e, ao iniciar as primeiras chuvas, as ninfas eclodem. As ninfas sugam a seiva das raízes e coleto, e produzem uma secreção branca (espuma) que tem como função protegê-las de raios solares e predadores. A alimentação das ninfas pode causar o desequilíbrio hídrico e de carboidratos fundamentais para o crescimento do vegetal. Na fase adulta, sugam a seiva das folhas, onde inoculam sustâncias tóxicas que interrompem o transporte de seiva, apresentando inicialmente estrias longitudinais amarelas, que aumentam para o ápice da folha e em seguida secam. Em casos de ataque intenso, pode ocorrer o amarelecimento total das plantas (FAZOLIN et al., 2016).

Os danos causados por cigarrinhas as espécies de plantas forrageiras são variáveis, podendo haver uma diminuição na produção de até 15%, na qualidade da forragem, e consequente redução da capacidade de suporte, no ganho de peso e na produção de leite (VALÉRIO e KOLLER, 1995; VALÉRIO et al., 1996).

Para as cigarrinhas o principal método de amostragem de ninfas é através de um quadrado de aço (1 m^2) e adultos com auxílio de rede de varredura (puçá), conforme descrito no Quadro 1. O manejo das cigarrinhas das pastagens permite o uso integrado ou isolado de táticas como o controle biológico, químico, cultural e a utilização de variedades resistentes.

2.1.1 Controle biológico

É uma das táticas de manejo mais utilizadas para o controle das cigarrinhas-das-pastagens, e não implicam na necessidade de retirada do rebanho da área a ser tratada. A

estratégia disponível mais difundida o uso do fungo *Metarhizium anisopliae* (Clavicipitaceae), e os níveis de controle adotado e a forma de aplicação variam dependendo da fase do desenvolvimento do inseto e infestação (Quadro 1). A eficiência de *M. anisopliae*, varia de 10 a 60%, pois são utilizadas doses com baixas concentração de conídeos e a eficiência está diretamente relacionada as condições climáticas (COSTA, 2004).

Além de *M. anisopliae*, outros organismos podem atuar naturalmente no campo como agentes biológicos. Se o manejo de insetos for empregado corretamente, há maior chance de preservação e atuação desses inimigos naturais na manutenção das populações de pragas abaixo dos níveis de controle. Os inimigos naturais que se destacam-se é o parasitoide de ovos *Anagrus urichi* Pickles (Hymenoptera: Mymaridae) (Pires et al., 1993); moscas *Salpingogaster nigra* Schiner (Diptera: Syrphidae) (Marques, 1988) e *Porasilus barbiellinii* Curran (Diptera: Asilidae) (Bueno e Berti Filho, 1988) que sugam as ninfas e adultos da cigarrinha, respectivamente; além de outros como pássaros, aranhas e nematoides entomopatogênicos.

2.1.2 Controle químico

É um dos métodos mais utilizados sendo recomendado apenas nos casos de grande infestação (Quadro 1), pois há necessidade de remover o rebanho para outras áreas, sendo os custos elevados com pessoal e equipamentos, e ainda o impacto ambiental que os defensivos podem oferecer são grandes. A recomendação para o uso do controle químico está relacionada ao número de adultos encontrados na amostragem, pois estes se alimentarem da parte aérea das folhas ficando mais expostos a aplicação (VALÉRIO, 2009).

Estão disponíveis no Agrofit até o momento, produtos químicos com indicação para as espécies *N. entreriana, D. flavopicta* e *M. fimbriolata*, sendo eles: Carbaril (Metilcarbamato de naftila); Clorpirifós (Organofosforado); Lambda-cialotrina (Piretróide) + Tiametoxam (Neonicotinóide); Acetamiprido (Neonicotinóide) + Alfa-cipermetrina (Piretróide); Acetamiprido (Neonicotinóide) + Befentrina (Piretróide) (BRASIL, 2019).

Principais insetos-praga	Monitoramento	Nível de Controle	Táticas indicadas no MIP	Referências
Cigarrinhas				
Deois flavopicta	Ninfas: lançar 5 vezes um quadrado de aço (1 m^2) sobre a área e contabilizar o nº de ninfas nas espumas. Adultos: coletar com auxílio de rede de varredura (puçá) próximos dos pontos amostrados e contar o nº de indivíduos.	Controle biológico: De 6 a 25 ninfas/m^2, pulverizar em faixas espaçadas de 10 m; Mais de 25 ninfas/m^2, pulverizar em área total. Para cigarrinhas adultas, de 10 a 20 adultos/m^2, utilizar os produtos em faixas espaçadas de 10 m. De 21 a 30 adultos/m^2, pulverizar em área total. Controle químico: > 31 adultos de cigarrinhas por m^2.	Controle químico, biológico, cultural e uso de variedades resistentes	NILAKHE, 1982; NILAKHE e BUAINAIN 1988; CARVALHO et al., 2000.
Deois schach				
Deois incompleta				
Mahanarva fimbriolata				
Notozulia entreriana				
Formigas				
Atta spp.	Acompanhamento frequente dos ninhos e conhecimento histórico da área.	-	Controle Químico, biológico e cultural	-
Acromyrmex spp.				
Cupins				
Cornitermes bequaerti	Inspecionar as áreas de pastagens e avaliar as características da arquitetura dos ninhos.	-	Controle Químico, biológico e mecânico	CHAVES, 2013.
Cornitermes snyderi				
Cornitermes cumulans				
Syntermes spp.				
Pulgões				
Acyrthosiphon pisum	Semanalmente retirar 5 amostras aleatórias da área de cultivo, coletando em cada uma, até 6 hastes das plantas. Cortar as hastes próximo da base da planta, e contar o número de indivíduos/haste.	Plantas menores que 30 cm: 20-25 pulgões/haste; Plantas maiores que 30 cm: 30-40 pulgões/haste.	Controle biológico e químico	ARAGÓN e IMWINKELRIE, 2007; IMWINKELRIED et al., 2013.
Acyrthosiphon kondoi		Plantas menores que 30 cm: 15-20 pulgões/haste; Plantas maiores que 30 cm: 20-25 pulgões/haste.		
Aphis craccivora				
Therioaphis trifolii		Estações do ano Primavera/Outono: 40 pulgões/haste; Verão: 20 pulgões/haste.		
Lagartas				
Mocis latipes	-	-	Controle Biológico	-
Spodoptera frugiperda				

Quadro 1. Monitoramento, nível de controle e táticas indicadas para o manejo dos principais insetos-praga encontrados em plantas forrageiras.

2.1.3 Manejo cultural

Algumas práticas culturais são recomendadas para contribuir no controle populacional das cigarrinhas das pastagens. A carga animal no pasto influencia no microclima e nas condições ambientais as quais afetam a população de cigarrinhas, e deve ser considerado de acordo com a variedade de forrageira cultivada, a espécie animal e o tamanho da área

utilizada (MARTIN, 1983; VALÉRIO e KOLLER, 1992). Outra pratica é manejar a área de pastagem, sempre que possível, realizando a rotação com leguminosas, que não são alvo de cigarrinhas.

2.1.4 Variedades resistentes

Esse tipo de controle é fácil de ser assimilado e utilizado pelos produtores e de menor custo, já que a técnica é aplicada através da utilização de sementes de cultivares resistentes (VALÉRIO, 2009). Plantas resistentes apresentam características que afetam o desenvolvimento do inseto e consequentemente diminuem a população a cada geração. Entre as principais alternativas de gramíneas resistentes às cigarrinhas estão: *B. brizantha* cv. *Marandu*, *B. brizantha* cv. *Piatã*, *Andropogon gayanus* cv. *Planaltina*, *Panicum maximum* cv. *Tanzânia*, *P. maximum* cv. *Mombaça*, *Panicum spp*. cv. *Massai* e o híbrido de *Brachiaria* Mulato II (Consenza, 1983; Andrade, 2014).

2.2 Formigas cortadeiras

Formigas são insetos ocorrentes em várias áreas de cultivo de forrageiras (FONSECA e MARTUSCELLO, 2010). Os principais gêneros de formigas cortadeiras que atacam esses cultivos são o *Atta*, vulgarmente conhecidas como “saúvas”, e *Acromyrmex,* popularmente chamadas de “quenquéns” (DELLA LUCIA e VILELA, 1993). Ambas cortam plantas e transportam os pedaços vegetais para os formigueiros onde, em câmaras especiais, são utilizados como alimento para o cultivo de um fungo simbionte (GRÜRZMACHER et al., 2002).

Formigas do gênero *Atta*, apresentam em sua morfologia três pares de espinhos dorsais e polimorfismo entre as operárias da colônia (soldado, carregadeira e generalistas), além da casta reprodutiva. Diferente do gênero *Acromyrmex*, que são formigas menores, com quatro ou mais pares de espinhos visíveis no dorso (DELLA LUCIA, 2011).

Em áreas de pastagens, as saúvas podem reduzir a capacidade dos pastos em até 50%. Porém, a maioria dos produtores não parece se incomodar com as formigas cortadeiras, até que verifiquem os prejuízos (SOESP, 2017). Estimativas indicam que em um pasto com a presença de 10 colônias de *Atta capiguara* Gonçalves (Hymenoptera: Formicidae) por hectare consome aproximadamente 52,5 kg de capim/dia, o que representa à ração diária de três bois em regime de pasto aberto (AMANTE, 1967 *apud* RAMOS et al., 2006).

Para monitoramento de ninhos de formigas, indica-se o acompanhamento frequente dos ninhos e conhecimento do histórico da área, uma vez que ainda não foi estabelecido um padrão para amostragem e nível de controle. As táticas de controle disponíveis para formigas cortadeiras são o químico, biológico e cultural.

2.2.1 Controle químico

No Brasil, apesar das várias restrições no uso de produtos químicos, este é o único que apresenta tecnologia disponível para utilização prática no controle das formigas cortadeiras. Ele pode ser realizado por meio de iscas granuladas, formadas por uma mistura de um substrato atrativo com um princípio ativo tóxico, na forma de *pellets*. Esses *pellets* são distribuídos perto das trilhas das formigas, próximas à colônia, e transportados ao interior do ninho pelas próprias formigas (DELLA LUCIA e VILELA, 1993; BOARETTO e FORTI, 1997).

Os inseticidas formulados em isca tóxica disponíveis atualmente são compostos de principalmente por Fipronil (Pirazol) que é de ação lenta. As demais possibilidades são à base de pó (Deltametrina (Piretróide) e líquido (Clorpirifós (Organofosforado) (BRASIL, 2019).

2.2.2 Controle cultural

Apesar de pouco usual, consiste na escavação do ninho para a retirada da rainha. Essa técnica não é recomendável para colônias de saúvas com mais de quatro meses de idade, pois, a partir daí a rainha encontra-se alojada a uma profundidade superior a 1,5 metro, tornando-se inviável sua retirada e utilização em áreas de plantios comerciais e sistemas de pastagens (BOARETTO e FORTI, 1997).

2.2.3 Controle biológico

Não existem produtos biológicos registrados para formigas cortadeiras até o momento. Porém, resultados promissores a partir dos fungos entomopatogênicos *Beauveria* e *Metarhizium* (Loreto e Hughes, 2016) vêm apresentando possibilidades no uso desta tática. Em condições de laboratório, existem relatos de até 100% de mortalidade dependendo da concentração da suspensão fúngica, forma de aplicação, espécie de formiga cortadeira e casta operária exposta aos patógenos (CASTILHO et al., 2010). Apesar dos resultados em campo serem incipientes, o uso destes agentes microbianos pode ser uma alternativa futura para o controle de formigas cortadeiras.

2.3 Cupins

Os cupins do gênero *Cornitermes* spp. são os que mais ocorrem em pastagens, sendo as espécies *Cornitermes bequaerti* (Emerson), *Cornitermes snyderi* (Emerson) e *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera: Termitidae) frequentes em plantas forrageiras. O gênero *Syntermes* spp., aparece com menor frequência, porém devem ser considerados como uma ameaça potencial, uma vez que possuem características de forragear a superfície das pastagens, cortando, inclusive, folhas, e os ninhos são predominantemente

subterrâneos (VALÉRIO, 2006).

As infestações de cupins são maiores em pastagens velhas e em áreas onde a mecanização é empregada com menor frequência. Os danos causados estão relacionados com a redução da área útil das pastagens (Maranho e Ávila, 2007) devido à construção dos ninhos (cupinzeiros), e não pelo consumo direto das plantas, como ocorre com os demais grupos de insetos-praga de plantas forrageiras.

Os ninhos da espécie *C. bequaerti* possuem a parte subterrânea (hipógea) mais desenvolvida que a externa (epígea). O endoécio (núcleo), que é o local onde vive as colônias de cupins, é localizado profundamente no solo, diferente da espécie *C. cumulans*. Outro aspecto que diferencia essas espécies, é que os ninhos de *C. bequaerti* possuem aberturas para o exterior que lembram chaminés, e a espécie *C. cumulans* apresentam aberturas sem protuberância, com orifícios mais discretos (FONTES, 1998). Os ninhos de *C. snyderi* são achatados externamente, crescendo mais em largura do que altura (Fernandes et al., 1998), e não possuem o endoécio, típico e comum das demais espécies (VALÉRIO, 2006).

Os cupins do gênero *Syntermes* spp. no geral são maiores que os cupins de *Cornitermes* spp., e seus ninhos são mais baixos e espalhados, sendo classificados em três tipos: a) completamente subterrâneo, b) subterrâneo com um montículo formado por um amontoado de terra solta, e c) subterrâneo com um montículo resistente e duro (CONSTANTINO, 1995).

O monitoramento de cupins e cupinzeiros (ninhos) em cultivos forrageiros se dá através da inspeção nas áreas como descrito no Quadro 1. Dos métodos disponíveis para o manejo de cupins, podemos destacar o controle químico, mecânico e biológico conforme descritos a seguir.

2.3.1 Controle químico

Existem produtos registados e disponíveis para o controle de cupim apenas para duas espécies do gênero *Cornitermes*. Para C. *snyderi* utiliza-se Fipronil (Pirazol) e para *C. cumulans*, Fipronil (Pirazol), Tiametoxam (Neonicotinóide), Lambda-cialotina (Piretróide) + Tiametoxam (Neonicotinóide) e Fipronil (Pirazol) + Piraclostrobina (Estrobilurina) + Tiofanato-metílico (Benzimidazol) (BRASIL, 2019). Os inseticidas devem ser aplicados no interior dos cupinzeiros, por meio de uma perfuração que pode ser feita utilizando uma barra de ferro, até atingir o endoécio (MARANHO e ÁVILA, 2007).

2.3.2 Controle mecânico

São utilizados implementos acopláveis ao trator, como a “broca cupinzeira” e a “demolidora de cupins”, desenvolvidos para a destruição dos cupinzeiros (VALÉRIO, 2006).

Para maior eficiência de controle, é necessário a penetração completa do implemento no solo, causando a destruição total do cupinzeiro (VALÉRIO et al., 1998).

2.3.3 Controle biológico

Apesar de não existir, até o momento, produto biológico registrado para o controle de cupins, alguns trabalhos apresentam resultados promissores com os fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana* (TOSCANO et al., 2010).

2.4 Pulgões

Os pulgões são insetos sugadores considerados praga-chave em cultivo de leguminosas forrageiras como a alfafa (Afonso, 2008), e em gramíneas como a aveia. Em plantas maiores ficam preferencialmente localizados nas hastes, onde sugam a seiva podendo parar o processo de crescimento em plantas suscetíveis, devido à saliva tóxica injetada (IMWINKELRIED et al., 2013). Em alfafa, ocorre principalmente as espécies *Acyrthosiphon kondoi* (Shinji), *Acyrthosiphon pisum* (Harris), *Aphis craccivora* (Koch) e o *Therioaphis trifolii* (Monell) (Hemiptera: Aphidoidea) (AFONSO, 2008).

Adultos de *A. pisum* podem chegar a 4,5 mm de comprimento, são verdes brilhante, com antenas de cor clara, com uma faixa preta em cada junta dos segmentos (IMWINKELRIED et al., 2013). Adultos de *A. kondoi* apresentam coloração verde-azulada, sendo que os alados apresentam uma mancha marrom no tórax (ARAGÓN e IMWINKELRIED, 2007). Os adultos de *A. craccivora* medem cerca de 2 mm de comprimento, de coloração preto brilhante, e as ninfas apresentam uma coloração cerosa verde (ARAGÓN e IMWINKELRIED, 2007). O tamanho dos adultos de *T. trifolii* varia de 2 a 2,2 mm, são de coloração pálido amarelado com 6 fileiras de manchas marrons escuras no lado dorsal (IMWINKELRIED et al., 2013).

A amostragem e o nível de controle dos pulgões devem ser avaliados semanalmente, conforme indicação do Quadro 1. Como táticas disponíveis para o manejo de pulgões o controle biológico (natural) e cultural podem auxiliar na redução populacional destes insetos, uma vez que não existem produtos registrados para o controle de pulgão em plantas forrageiras.

2.4.1 Controle biológico

Inúmeros insetos benéficos podem ocorrer naturalmente na cultura e atuar como agentes biológicos de controle. Segundo Cunha et al. (2016) os coccinelídeos ocorrem com frequência em cultivos de alfafa, sendo as espécies *Harmonia axyridis* (Pallas), *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville e *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae) as mais abundantes.

2.4.2 Controle cultural

Uma alternativa recomendada é o corte das plantas para reduzir as infestações de afídeos nas áreas (CARVALHO et al., 1997). Os cortes podem ser realizados em faixas, uma vez que permanecem plantas de vários ciclos de crescimento da cultura, favorecendo a preservação de inimigos naturais na área de cultivo (CARVALHO et al., 1996).

2.5 Lepidópteros

Os lepidópteros são considerados pragas de menor importância em cultivos forrageiros, pois ocorrem esporadicamente ocasionando surtos populacionais e possíveis danos. Para gramíneas como braquiária e azevém, são encontradas as lagartas: Curuquerê-dos-capinzais *Mocis latipes* (Guene) e a lagarta-militar *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) (J.E. Smith) se alimentando das folhas.

A curuquerê-dos-capinzais apresenta lagartas que medem cerca de 40 mm de comprimento, sendo facilmente reconhecidas pelo hábito de se locomover medindo palmo. Sua coloração é amarelada com estrias longitudinais de cor castanho escuro. Em uma situação de surto populacional, as lagartas podem destruir praticamente toda a folhagem, restando apenas às nervuras centrais. Esta espécie é a mais importante das lagartas que ocorrem em pastagens (GALLO et al., 2002). A lagarta-militar é de coloração marrom com linhas claras na cabeça que formam um "Y" (GALLO et al., 2002). Os danos são semelhantes aos causados pela curuquerê-dos-capinzais.

Não há recomendação de monitoramento e nível de controle para lagartas em cultivos forrageiros. Como estratégia de controle, o uso de produtos biológicos a base de *Bacillus thuringiensis* são indicados para as duas espécies de lepidópteros (BRASIL, 2019). Como aliados no controle biológico natural, existem inimigos naturais como parasitoides e predadores que podem auxiliar no controle populacional.

2.6 Outros insetos

Em plantas forrageiras há ocorrência de outros insetos-praga de importância secundária, como gafanhotos do gênero *Schistocerca*, *Dichroplus* e *Rhammatocerus* (Orthoptera: Acrididae). Apenas para *Rhammatocerus* spp. há um produto registrado composto por Deltametrina (Piretróide). Em cultivos de pastagens ocorrem também à larva-arame *Conoderus stigmosus* (Germar)(Coleoptera: Elateridae), percevejo-das-gramíneas *Blissus leucopterus* (Say) (Hemiptera: Blissidae), percevejo-castanho do gênero *Scaptocoris* spp. (Hemiptera: Cydnidae) e a cochonilha-das-gramíneas *Antonina graminis* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae), sem registro até o momento, de produtos para o controle destes insetos (Brasil, 2019).

3 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em plantas forrageiras, existe a possibilidade de utilização de várias táticas para o manejo de insetos. Aliado a isso, inúmeros produtos estão disponíveis para as principais espécies de pragas como cigarrinhas, formigas, cupins, entre outros. O produtor deve priorizar, sempre que possível, o uso de inseticidas seletivos aos inimigos naturais, como também, a rotação de produtos de diferentes ingredientes ativos e grupos químicos e o uso racional de inseticidas para o manejo da resistência de insetos.

De maneira geral, a falta de adoção dos princípios do MIP em cultivos forrageiros vem gerando desequilíbrios e contribuindo para um crescente aumento no uso de produtos químicos. A utilização do MIP pode auxiliar para um eficiente controle dos insetos, evitar perdas na produção e na qualidade da forrageira, aumentar a durabilidade e aproveitamento do cultivo, minimizar a possibilidade de desenvolvimento de resistência de pragas a inseticidas, reduzir o custo de produção e maximizar a oferta de alimento para o rebanho.

REFERÊNCIAS

AFONSO, A.P.S. Insetos praga da alfafa. In: MITTELMANN, A.; LEDO, F.J.S.; GOMES, J.F. (ed.). **Tecnologias para a produção de alfafa no Rio Grande do Sul.** Embrapa Clima Temperado, Pelotas; Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, p.17-32, 2008.

ANDRADE, C.M.S. Formação e manejo de pastagens. In: ASSIS, G. M. L. (ed.). **Sistema de produção de leite a pasto no Acre.** Embrapa Acre, Rio Branco. Sistemas de Produção n. 6. 2014, 45p.

ARAGÓN, J.; IMWINKELRIED, J.M. Manejo integrado de plagas de la alfafa. In: BASIGALUP, D.H. (Ed). **El cultivo de la Alfafa en la Argentina.** INTA, Buenos Aires, p.165 - 197, 2007.

BOARETTO M.A.C.; FORTI, L.C. Perspectivas no controle de Formigas Cortadeiras. **Série Técnica IPEF**, v. 11, n. 30, p. 31 - 46, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 17 jul. 2019.

BUENO, V.H.P.; BERTI FILHO, E. Ocorrência de Aspilidios em Pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. no município de Três Corações, MG e Flutuação Populacional de *Porasilus barbellinii* Curran, 1934 (Diptera: Asilidae). **Revista de Agricultura**, v. 63, 1988.

CARVALHO, A.R.; BUENO, V.H.P.; MENDES, S. Influência de fatores climáticos e do corte na flutuação populacional de pulgões (Homoptera: Aphididae) na cultura da alfafa (*Medicago sativa* L.), em Lavras, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 5; p. 317 - 324, 1996.

CARVALHO, A.R.; MENDES, S.; BUENO, V.H.P. Influência de cortes na cultura de alfafa (*Medicago sativa*) sobre a flutuação populacional de ninfas e adultos de pulgões (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 2; p. 265 - 275, 1997.

CARVALHO, G.A.; ZANETTI, R.; MOINO JÚNIOR, A. Manejo integrado de cigarrinhas em pastagens. In: CARVALHO, G.A.; POZZA, E.A. (eds.). **Manejo de pragas e de doenças em pastagens.** Editora UFLA, Lavras, Cap. 3, 2000.

CASTILHO, A.M.C.; MARCELO ELIAS FRAGA, M.E.; AGUIAR-MENEZES, E.L.; ROSA, C.A.R. “Selection of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* isolates pathogenic to *Atta bisphaerica* and *Atta sexdens rubropilosa* soldiers under laboratory conditions”. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6, p. 1243 - 1249, 2010.

CHAVES, R.C.S. **Levantamento de diferentes técnicos de controle de cupins subterrâneos (Isoptera, Rhinotermitidae) em áreas urbanas e rurais.** Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas). 2013, 49p.

CONSENZA, G.W. **Resistência de gramíneas forrageiras à cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stal 1854).** Embrapa Cerrados, Brasília. Boletim de Pesquisa n. 7. 1983, 16p.

CONSTANTINO, R. Revision of the neotropical termite genus *Syntermes* Holmgren (Isoptera: Termitidae). **The University of Kansas Science Bulletin**, v. 55; n. 13, p. 455 - 518, 1995.

COSTA, N.L.**Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia.** Embrapa Rondônia, Porto Velho, 2004, 219p.

CUNHA, S.B.Z.; SILVA, C.R.S.; FILHO-BERTI, E. Flutuação sazonal de afídeos e seus predadores em culturas de alfafa. **Revista de Agricultura**, v. 91, n. 3, p. 230 - 239, 2016.

DELLA LUCIA, T.M.C. **Formigas cortadeiras:** da Bioecologia ao manejo. Editora UFV, Viçosa, 2011, 421p.

DELLA LUCIA, T.M.C.; VILELA E.F. Métodos atuais de controle e perspectivas. In: DELLA LUCIA, T.M.C. (Ed.). **As formigas cortadeiras.** Sociedade de Investigações Florestais, Viçosa, p.163-190, 1993.

FAZOLIN, M.; SANTOS, R.S.; ANDRADE, C.M.S.; ASSIS, G.M.L.; VALENTIM, J.F. Cigarrinhas-das-pastagens: Como identificar e controlar a principal praga das pastagens. **Embrapa Acre**, Cartilha Infoteca-e, 2016.

FERNANDES, P.M.; CZEPAK, C.; VELOSO, V.R.S. Cupins de montículo em pastagens: prejuízo real ou praga estética? In: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. **Cupins: O desafio do conhecimento**. FEALQ, Piracicaba, p. 187-210, 1998.

FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas forrageiras.** Editora UFV, Viçosa, 2010, 537p.

FONTES, L.R. Cupins nas pastagens do Brasil: algumas indicações de controle. In: FONTES, L.R.; BERTI FILHO, E. **Cupins: O desafio do conhecimento**. FEALQ, Piracicaba, p. 211 - 225, 1998.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002. 920p.

GRÜRZMACHER, D.D.; LOECK, A.E.; MEDEIROS, A.H. Ocorrência de formigas cortadeiras na região da depressão central do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 32, n. 2, p. 185 - 190, 2002.

IMWINKELRIED, J.M.; FAVA, F.D.; TRUMPER, E.V. Pulgones (Hemiptera: Aphidoidea) de la alfalfa. **INTA**, Córdoba, p. 1 - 6, 2013.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review Entomology**, v. 43, p. 243 - 270, 1998.

LORETO, R.G.; HUGHES, D.P. Disease dynamics in ants: a critical review of the ecological relevance of using generalist fungi to study infections in insect societies. **Advances in Genetics**, v. 94 p. 287 - 306, 2016.

MARANHO, E.; ÁVILA, C.J.Diagnóstico da ocorrência de pragas de solo em Mato Grosso do Sul. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados. **Documentos n. 88**, 2007, 7p.

MARQUES, I.M.R. Distribuição de *Salpingogaster nigra* Schiner, 1868 (Diptera: Syrphidae) predador específico de ninfas de cigarrinhas da raiz (Homoptera: Cercopidae) em algumas regiões do Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 17,p. 67-74, 1988.

MARTIN, P.B. Insect habitat management in pasture systems. **Environment Management**, Nova York, v. 7, n. 1, p. 59-64, 1983.

NILAKHE, S.S.; BUAINAIN, C.M. Observations on movement of spittlebug adults. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 2;p. 123-134, 1988.

NILAKHE, S.S. Amostragem de ninfas de cigarrinhas em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande. **Boletim de Pesquisa n. 2**,1982, 67p.

PIRES, C.S.S.; FONTES,E.M.G.; SUJII,E.R.; FERNANDES H.M.C.; GOMES, D.F. Ocorrência de *Anagrus* sp. (Hymenoptera: Mymaridae) parasitando ovos de *Deois flavopicta* (Stal) (Homoptera, Cercopidae) em pastagens do Brasil central. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 22; n. 2; p. 411 - 413, 1993.

POTTINGER, R.P. The importance of pasture pests in animal production. **Proceedings New Zealand Society Animal Production**, v. 36: p. 12 - 22, 1976.

RAMOS, V.M.; FORTI, L.C.; BOARETTO, M.A.C.; MOREIRA, A.A.; SANTOS, J.F.L. Atratividade de iscas de polpa cítrica pulverizadas com extrato de capim jaraguá (*Hyparrhenia rufa* Nees) para a formiga cortadeira de gramíneas *Atta capiguara*. **Pasturas Tropicales**, v. 28, p. 1-10, 2006.

SILVEIRA-NETO, S.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B. Zoneamento ecológico paraas cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) no Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v.15, Supl., p.149-159, 1986.

SOESP. Sementes Oeste Paulista. **Controle de Formigas em Pastagens**. SOESP, Presidente Prudente. Informativo Técnico n. 1, 2017, 3p.

TOSCANO, L.C.; SCHLICK-SOUZA, E.C.; MARTINS, G.L.M.; SOUZA-SCHLICK, G.D.; MARUYAMA, W.I. Controle do cupim de montículo (Isoptera: Termitidae) de pastagem com fungos entomopatogênicos. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2,p. 6-11, 2010.

VALÉRIO, J.R. **Cigarrinhas-das-pastagens.** Embrapa Gado de Corte, Campo Grande. Documentos n. 179, 2009, 51p.

VALÉRIO, J.R. **Cupins-de-montículo em pastagens.** Embrapa Gado de Corte, Campo Grande. Documentos n. 160, 2006, 33p.

VALÉRIO, J.R.; LAPOINTE, S.L.; KELEMU, S.; FERNANDES, C.D.; MORALES, F.J. Pests and diseases of Brachiaria. In: MILES, J. W. et al. (eds.) **The Biology, Agronomy and Improvement of Brachiaria**. CIAT, Colombia, p. 87-105, 1996.

VALÉRIO, J.R.; SANTOS, A.V.; SOUZA, A.P.; MACIEL, C.A.M.; OLIVEIRA, M.C.M. Controle químico e mecânico de cupins de montículo (Isoptera: Termitidae) em pastagens. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 1, p. 125 - 132, 1998.

VALÉRIO, J.R.; KOLLER, W.W. **Proposição para o manejo integrado das cigarrinhas-das-pastagens.** Embrapa Gado de Corte, Campo Grande. Documentos n. 52, 1995, 37p.

VALÉRIO, J.R.; KOLLER, W.W. **Proposição para o manejo integrado das cigarrinhas-das-pastagens.** Embrapa Gado de Corte, Campo Grande. Documentos n. 52, 1992, 37p.

CAPÍTULO 4

MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS EM CULTURAS FORRAGEIRAS

Data de aceite: 11//10/2021

Adriana Neves de Souza
Consultora, Viçosa-M.G.
http://lattes.cnpq.br/0693160682283376

Stefânia Caixeta Magalhães
Consultora, Patos de Minas-M.G.
http://lattes.cnpq.br/9065040706831485

Silvia Leão de Carvalho
Bayer Crop Science, Petrolina-P.E.
http://lattes.cnpq.br/2419823901705335

Priscila Raiane Assunção de Andrade
Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-M.G.
http://lattes.cnpq.br/7700162670728263

RESUMO: Diversos patógenos são capazes de causar doenças em espécies forrageiras no Brasil, que incluem fungos, nematoides, vírus e fitoplasmas. Para um manejo integrado eficaz, não existe uma regra, ou uma receita pronta, cada caso deve ser estudado e o conjunto de medidas de controle deve ser escolhido baseado no estudo do complexo "patógeno, hospedeiro e ambiente". O respeito às recomendações básicas de cuidados durante o processo produtivo ajuda a diminuir os problemas durante todo o ciclo, e a tomada de decisão no momento correto garante um controle eficiente dos eventuais problemas, com uma produção mais econômica e sustentável.
PALAVRAS-CHAVE: Planta forrageira, Patógenos, Controle de doenças, Pastagem, Pecuária.

INTEGRATED DISEASE MANAGEMENT IN FORAGE CROPS

ABSTRACT: Several pathogens are capable of causing diseases in forage species in Brazil, which include fungi, nematodes, viruses and phytoplasmas. For an effective integrated management program, each case must be studied considering the disease triangle: pathogen, host and environment. Ensure the implementation of the recommended measures during the production process is important to reduce the problems throughout the cycle. In addition, a decision-making at the right time ensures efficient control of the problems in a economical and sustainable production way.
KEYWORDS: Forage plant, Pathogens, Disease control, Pasture, Livestock.

1 I INTRODUÇÃO

A expansão da agricultura e da pecuária intensiva promoveu o aumento das áreas de produção e da densidade dos plantios, a diminuição da diversidade genética das espécies cultivadas e a monocultura. Assim, houve um desequilíbrio do ecossistema nos campos de produção, que cria ambientes favoráveis à ocorrência, propagação e dispersão de doenças. Como consequência, observa-se o aumento expressivo no uso do controle químico, entre outros motivos, pela sua fácil aplicação, respostas rápidas e eficiência.

Além disso, existe entraves no uso seguro de produtos químicos na agricultura, devido, especialmente, à ineficiência dos processos de regulamentação. Observa-se, principalmente em culturas de menor importância econômica, em que há pouca ou nenhuma disponibilidade de produtos químicos registrados, como nas forrageiras. Aliado a estes fatores, a falta de informação e consciência do produtor, faz com que, muitas vezes, o controle químico seja utilizado de forma indiscriminada, o que leva a uma seleção e sobreposição de populações de patógenos resistentes às moléculas utilizadas.

Como alternativa ao uso abusivo de químicos na agricultura, surge à ideia do manejo integrado de doenças, que consiste em um conjunto de ações e medidas de controle distintas e adequadas para cada ecossistema, com o objetivo de manter a pressão de doença abaixo dos níveis de dano econômico (TRUTMANN, 1994; SILVA e MELO, 2013). Assim, evita-se gastos desnecessários no processo produtivo, sem afetar a qualidade do produto final.

Especificamente no cultivo de pastagens, informações sobre danos econômicos e perdas na produção, ocasionadas por doenças, são quase inexistentes, o que dificulta a tomada de decisão quanto à necessidade de realização de um controle químico. Porém, o cultivo extensivo e a falta de produtos químicos registrados, tornam a realização de controle químico em forrageiras considerada inviável. Assim, a adoção de outros métodos de manejo se torna indispensável para a produção de pastagens de qualidade (EL KHOURY e MAKKOUK, 2010; TRUTMANN, 1994).

Dentre as enfermidades que acometem as forrageiras no Brasil, aquelas causadas por fungos e nematoides são as mais relatadas como causadoras de problemas na cultura. Doenças causadas por bactérias, vírus e fitoplasmas também são descritas em forrageiras, mas de modo geral, são menos limitantes à sua produção.

2 | PRINCIPAIS FUNGOS EM FORRAGEIRAS

A mancha foliar é a principal doença que acomete a espécie *Panicum maximum syn. Megathyrsus maximus*, causada pelo fungo *Bipolaris maydis* (MARCOS et al., 2015). Segundo Marchi, Fernandes e Verzignassi (2011), esta doença também afeta genótipos dos gêneros *Brachiaria* sp. syn. *Urochloa* sp., *Pennisetum* sp. e *Paspalum* sp.

Os sintomas iniciais da doença são numerosas manchas foliares castanhas, elípticas, que variam entre 0,3 e 1,0 cm. Com o avanço da doença, observa-se a expansão das manchas, que passam a apresentar centros de coloração pardacenta a marrom, circundadas por um halo marrom escuro. Em casos de maior severidade da doença, as lesões coalescem, e originam lesões necróticas e escuras de maior tamanho, as quais ocupam toda a área foliar. O amarelecimento das folhas e secagem prematura destas, reduz significativamente a qualidade e a produtividade da forragem e prejudica o desenvolvimento

das sementes (MARTINEZ-FRANZENER, 2006; MARCHI, FERNANDES e VERZIGNASSI, 2011).

A mancha foliar afeta as espécies forrageiras em todos os estádios fenológicos, e é mais problemática durante a formação da pastagem, período que coincide com as condições que favorecem o desenvolvimento do fungo. Dentre as condições favoráveis, destaca-se a umidade relativa do ar elevada, entre 80% e 100%, e as altas temperaturas, que variam entre 25ºC e 30ºC (MARCHI, FERNANDES e VERZIGNASSI, 2011).

De acordo com Marcos et al. (2015), a melhor estratégia de manejo da mancha foliar é a seleção de genótipos que apresentem resistência, porém, há escassez de informações sobre a variabilidade genética das forrageiras frente ao fungo *B. maydis*. Marchi, Fernandes e Verzignassi (2011) destacam ainda a utilização de fungicidas, sobretudo em campos destinados a produção de sementes forrageiras.

*Phom*a spp., *Cercospora* spp. e *Drechslera* spp. são também agentes etiológicos associados às manchas foliares em espécies forrageiras de *Urochloa* spp., *Megathyrsus* spp., *Cajanus* spp., *Paspalum* spp., *Leucaena* spp. e *Lolium multiflorum*. As manchas foliares afetam diretamente a produção de fotoassimilados, que prejudica o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas. A redução da área fotossintética ocorre devido à degeneração do protoplasma seguida de morte celular (AMORIM, REZENDE e BERGAMIN FILHO, 2018).

O fungo *Cercospora fuscimaculans*, em condições favoráveis, ocasiona grandes perdas em *P. atratum* e *P.guenoarum*. Manchas foliares causadas por espécies do gênero *Cercospora* também foram relatadas em *Arachis pintoi*, *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e *M. maximus* (NERY et al., 2012). Espécies do gênero *Drechslera* são responsáveis pela ocorrência de manchas foliares em *L. multiflorum* (azavém) e *Urochloa* spp. O sintoma mais comum são pequenas manchas escuras com halos amarelos nas folhas, mas o fungo também ataca colmo, raízes e sementes (DUARTE et al., 2007).

O carvão da braquiária é uma doença causada pelo fungo *Ustilago operta*, e acredita-se que foi introduzida no Brasil a partir de sementes contaminadas. O primeiro relato da ocorrência da doença foi no estado do Mato Grosso do Sul, em sementes da cultivar BRS Piatã. A colonização do patógeno caracteriza-se pela formação de uma massa negra pulverulenta nas sementes, a qual pode ou não irromper o tegumento destas. As sementes contaminadas e os restos culturais são a fonte de inóculo primário do carvão da braquiária, que são disseminados pela ação do homem, chuva e o vento (MARCHI, FERNANDES e VERZIGNASSI, 2011; VERZIGNASSI e FERNANDES, 2001).

Quanto ao controle, Verzignassi e Fernandes (2001) afirmam serem escassas as informações sobre a eficiência do controle químico na erradicação da doença. Além disso, os autores reforçam a necessidade de maiores investigações sobre o uso de genótipos

resistentes ao carvão da braquiária.

A mela das sementes é uma das doenças mais importantes em braquiária, causada pelo fungo *Claviceps sulcata*. O sintoma/sinal característico é chamado "*honey-dew*", que consiste na mela das inflorescências após a colonização do ovário das flores pelo fungo. Nas inflorescências, há a formação de gotas de cor áurea, sobre as quais é possível observar o desenvolvimento micelial hialino fúngico. As gotas formadas são constituídas por um exsudato pegajoso que atrai insetos. Posteriormente, este exsudato fica consistente e é capaz de envolver totalmente a panícula, o que torna a colheita de sementes inviável. A disseminação do patógeno ocorre por escleródios, sementes infectadas, implementos e máquinas agrícolas, gotas de chuva, vento e insetos (VERZIGNASSI e FERNANDES, 2001; MARCHI, FERNANDES e VERZIGNASSI, 2011).

O manejo da doença deve visar a utilização de cultivares resistentes e o manejo cultural, que consiste na realização do plantio na época correta a fim de evitar o florescimento sobre condições de elevada umidade, a eliminação de restos culturais, o uso de sementes certificadas e isentas de patógenos, e a rotação cultural. O uso de cultivares de poáceas que não apresentam florescimento, o manejo de animais e a poda para manutenção do porte baixo das pastagens são estratégias de manejo que permitem minimizar os danos causados pela mela das sementes (KRUPPA, 2014).

A cárie-do-sino, doença causada pelo fungo *Tilletia ayresii,* é responsável por reduzir a produção e a qualidade de sementes de *M. maximus*. Os principais sintomas dessa doença ocorrem nas inflorescências, o que impede a formação de sementes viáveis. As espiguetas das plantas doentes ficam abertas e inchadas, e observa-se uma massa acinzentada de esporos na região onde estaria alocado o embrião nas sementes (SOUSA et al., 2018; MARCHI, FERNANDES e VERZIGNASSI, 2011; VERZIGNASSI e FERNANDES, 2001).

Santos et al. (2015) ressaltam que as condições favoráveis ao desenvolvimento da cárie do sino são temperaturas entre 16°C e 27°C e umidade relativa do ar entre 62% e 88%. Os principais métodos de controle são a utilização de fungicidas, sobretudo nos campos de produção de sementes, e o uso de cultivares resistentes.

A ferrugem, que tem como agente etiológico o fungo *Puccinia stylosanthis*, apresenta como principais sintomas lesões irregulares, cobertas por pústulas na parte abaxial das folhas. Com o avanço da doença, as lesões coalescem e é comum que as folhas amareleçam e sequem (VERZIGNASSI et al., 2013).

A ferrugem da braquiária é causada pelo fungo *Puccinia levis* var. *panici-sanguinalis*. Os sintomas iniciais da doença são pequenos pontos cloróticos na face abaxial foliar, que se desenvolvem e é possível observar em seu interior, a formação de pústulas castanho escuras, subepidérmicas e erupentes. Com o progresso da doença, os sintomas/sinais também ocorrem na face adaxial foliar, sendo comum a coalescência das lesões e a seca

prematura foliar.

O controle da doença é eficaz com o uso de germoplasmas resistentes e de baixa suscetibilidade, e a utilização de fungicidas. Os fungicidas pyraclostrobin, azoxystrobin, epoxyconazole, cyproconazole e trifloxystrobin, ainda que não sejam registrados para o manejo de forrageiras, mostram eficiência no controle da ferrugem quando realizadas duas aplicações (MARCHI, FERNANDES e VERZIGNASSI, 2011).

A antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides,* é capaz de limitar a utilização de fabáceas em todas as regiões onde são cultivadas, com maior severidade em épocas chuvosas (VIEIRA et al., 2007). O patógeno ataca toda a parte aérea da planta e lesões marrom claras a cinza, com margens escuras, é o sintoma mais comum. Em casos onde se observa uma grande incidência da doença, há a ocorrência de desfolha severa, que leva à morte das plantas suscetíveis. Em variedades da espécie *Stylosanthes guianensis* são observadas necroses generalizadas sem margens definidas em caules e folhas (MARCHI, FERNANDES e VERZIGNASSI, 2011).

A disseminação do fungo dá-se por conídios, que são levados por gotas de chuva e insetos. A ocorrência é favorecida por alta umidade relativa e temperaturas entre 20 e 34^{o}C. Devido à ampla gama de hospedeiros do *C. gloeosporioides*, controle é de extrema importância, pois além do prejuízo direto ao cultivo e comercialização de estilosantes, restos culturais e sementes infectadas são fonte de inóculo primário para outras culturas.

Dentre as medidas de controle da antracnose em forrageiras, a mais viável economicamente é o controle genético. Os poucos estudos de programas de melhoramento de *Stylosanthes* spp. estão focados na identificação de fontes de resistência de genótipos ao patógeno e também na análise da variabilidade genética de diferentes isolados brasileiros de *C.gloeosporioides* (VIEIRA et al., 2007). O uso de variedades resistentes é uma medida desafiadora devido à alta variabilidade genética do patógeno, à extensão de cultivo das variedades utilizadas, ao ciclo da cultura e ao tipo de resistência empregada.

Em relação ao controle químico, Marchi, Fernandes e Verzignassi (2011) destacam o uso de fungicidas em diferentes combinações como a aplicação de azoxystrobin com ciproconazole, flutriafol com carbendazin, picoxystrobin com ciproconazole e tiofanato metílico com clorotalonil, dentre outras.

O fungo *Rhizoctonia solani* causa a queima foliar observada em *Arachis* spp., *Pueraria* spp. e *Urochloa* spp.. O patógeno requer condições de alta umidade e temperatura para seu desenvolvimento. Nos estados do Acre, Rondônia e no norte de Mato Grosso, onde a média de precipitação anual é superior a 1800 mm, foram relatadas severas perdas em espécies de *Urochloa* causadas por *R. solani*. Espécies do gênero *Rhizoctonia* formam estruturas de resistências de formato irregular e coloração escura, os escleródios, que facilitam a disseminação e limitam a aplicação de medidas de controle.

R. solani também foi relatado como agente causal de *damping-off* em plantas de *Stylosanthes scabra* (estudo da dinâmica). Manchas encharcadas que evoluem para lesões deprimidas de cor escura são observadas na região do colo da planta, que levam ao enfraquecimento do caulículo e ao tombamento da plântula. O fungo também pode colonizar as sementes, o que gera a perda de rigidez e decomposição dos tecidos e, consequentemente, a uma redução na densidade de plantio no campo (AMORIM, REZENDE e BERGAMIN FILHO, 2018).

Fusarium é um complexo de fungos que ocorre em vários países pelo mundo. Diversos estudos demonstraram a ocorrência de espécies de *Fusarium* como fungos endofíticos ou patógenos de poáceas nativas em países como Austrália, Malásia, Quênia, Argentina, Canadá e Estados Unidos. Algumas dessas espécies são conhecidas por seu potencial em gerar micotoxinas como, por exemplo, isolados de *Fusarium armeniacum* que produzem tricotecenos do tipo A (CARMO, 2017).

No Brasil, Carmo (2017) descreveu a ocorrência de várias espécies de *Fusarium* em associação com *Urochloa* e *Megathyrsus.* Dentre elas, destacam-se *F. verticillioides*, *F. proliferatum*, *F. thapsinum*, *F. fujikuroi*, *F. graminearum*, *F.equiseti*, *F.semitectum* e *F. chlamydosporum*, *F. mundagurra*, e três novas linhagens pertencentes ao complexo de espécies *Fusarium fujikuroi* (FFSC). O estudo ressaltou que as espécies forrageiras nativas são um importante reservatório de patógenos que também podem infectar grandes culturas.

3 | FUNGOS DE IMPORTÂNCIA SECUNDÁRIA EM FORRAGEIRAS

Ressalta-se que alguns fungos que acometem as plantas forrageiras causam doenças de importância secundária, visto que não são consideradas entraves à produção de sementes e de biomassa das plantas. Dentre estes, destacam-se *Magnaphorte grisea, Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium chlamydosporum*, agentes causais das doenças brusone em *Urochloa* spp., mofo branco em *Stylosanthes* sp., e a fusariose em *Stylosanthes*, respectivamente. (MARCHI, FERNANDES e VERZIGNASSI, 2011; LASCA, VECHIATO e KOHARA, 2004).

Patógenos como *Macrophomina, Fusarium* e *Diplodia* estão associados àpodridão do colmo, raízes e dos frutos. Já *Pythium perillum* e *F. chlamydosporum* causam podridão de raiz e murcha, respectivamente. Apesar do relato destes patógenos, são poucas as informações sobre a distribuição geográfica, impacto econômico ou medidas de controle. (MARCHI, FERNANDES e VERZIGNASSI, 2011).

4 | PRINCIPAIS NEMATOIDES EM FORRAGEIRAS

Os fitonematoides são importantes patógenos associados às sementes de forrageiras

tropicais (FAVORETO, 2004), não apenas pelos danos diretos causados às plantas, mas por configurarem uma barreira para as exportações brasileiras de sementes forrageiras (FERNANDES, JERBA, e VERZIGNASSI, 2004; VECHIATO, 2004). Apesar da falta de estudos realizados para mensurar os danos causados às pastagens por fitonematoides, há trabalhos que indicam o efeito prejudicial sobre a qualidade das sementes, a produção de matéria seca, persistência e capacidade de regeneração natural das forrageiras em campo (BERNARD, GWINM e GRIFFIN, 1998; PEDERSON; QUESSENBERRY, 1998). Bernard, Gwinm e Griffin (1998) destacam que além de reduzirem a produção, os fitonematoides apresentam impacto negativo na qualidade da forragem.

A espécie *Aphelenchoides besseyi* tem sido relatada em diferentes poáceas forrageiras, como *Urochloa* sp, *Cyperus* sp., *Digitaria sanguinalis*, *M. maximus* e *Setaria italica* (BUENO, PRATES e TENENTE, 2002; FAVORETO et al., 2006, TENENTE et al., 1994; PINHEIRO et al., 1997; GARCIA; TENENTE, 2001). O gênero *Ditylenchus* também tem sido reportado em várias poáceas forrageiras (FAVORETO et al., 2003; FAVORETO, 2004; SHARMA, CAVALCANTI e VALENTIN, 2001).

O trabalho realizado por Favoreto et al. (2011) indica uma ampla distribuição de fitonematoides associados às sementes de forrageiras nas regiões produtoras do país. No total, foram identificadas oito espécies de nematoides: *A. besseyi*, *A. bicaudatus*, *A. fragariae*, *A. sexlineatus*, *D. myceliophagus*, *D. dipsaci*, *D. montanus* e *Aphelenchus* sp..

Favoreto (2004) afirma que *Aphelenchoides* sp. e *Ditylenchus* sp. infestam forrageiras no Brasil, associados às sementes, bem como em diversos tecidos da planta, como a radícula e a bainha foliar. Marchi et al. (2006), ao realizarem levantamento de solo e raízes em áreas de pastagens, observaram a prevalência de *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp. e *Tylenchus* spp.

As informações para as fabáceas são escassas quando se trata de fitonematoides associados às sementes produzidas no Brasil. Marchi et al. (2007) não encontraram fitonematoides associados às sementes de ‘Estilosantes Campo Grande’ comercializadas em Matos Grosso do Sul.

5 I PRINCIPAIS VÍRUS EM FORRAGEIRAS

A ocorrência de viroses no campo é sempre um desafio para o produtor, uma vez estabelecida, o controle é uma tarefa bastante complicada. Esse problema também ocorre no cultivo de forrageiras, porém, a ocorrência de viroses, de modo geral, não tem sido relacionada a grandes limitações na produção e a prejuízos econômicos. Quando associadas à falta de atenção à cultura, ao manejo inadequado e à ocorrência de outras doenças durante o cultivo, podem levar ao aumento de perda na produção e à possíveis prejuízos econômicos.

Como exemplo de viroses de importância no cultivo de forrageiras temos o mosaico comum do sorgo, normalmente associado à presença dos potyvirus *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) e, mais recentemente, ao *Johnsongrass mosaic virus* (JGMV), dois vírus pertencentes à família Potyviridae (MORALES et al., 1996; CAMELO-GARCÍA et al., 2016). Estudos têm sido realizados com o intuito de identificar linhagens de sorgo resistentes ao mosaico comum, que serão importantes para o desenvolvimento de cultivares resistentes em programas de melhoramento. O uso de variedades resistentes é o método de controle mais eficiente e mais indicado para o controle de viroses em geral.

Há relatos de potyvirus causando mosaico em espécies de *Urochloa*, *Megathyrsus, Pennisetum e Stylosanthes*. Porém, a maior preocupação com a ocorrência de vírus em pastagens é que as plantas infectadas se tornam fonte de inóculo para cultivos, principalmente, de milho e sorgo em regiões próximas às áreas infectadas (CAMELO-GARCÍA et al., 2016; SILVA et al, 2006; SILVA et al., 2013).

6 | PRINCIPAIS BACTÉRIAS EM FORRAGEIRAS

Assim como os vírus, são poucos relatos de bactérias que infectam forrageiras no Brasil e não há informações sobre os prejuízos causados por essas doenças. Há relatos de espécies de *Xanthomonas* que causam manchas foliares em espécies de *Urochloa, Megathyrsus e Pennisetum* no campo, porém, os sintomas são geralmente leves e podem passar despercebidos pelo produtor (MANTOVANI, MARINI e GIGLIOTI, 2006).

A presença de *Erwinia carotovora* também tem sido relatada em campos cultivados por *Urochloa brizantha* cv. Marandu, principalmente em regiões com alta umidade do solo. Normalmente está associada a um estágio de degradação avançado de pastagens que apresentam sintomas de podridão do coleto, aliado à presença de fungos do gênero *Pythium e Rizoctonia solani* (DUARTE et al., 2007). Não existem recomendações de manejo específicas para bacterioses em pastagens. Técnicas de manejo gerais são utilizadas para garantir um crescimento homogêneo e saudável da cultura, a fim de evitar o ataque de patógenos secundários.

7 | PRINCIPAIS FITOPLASMAS EM FORRAGEIRAS

A ocorrência de fitoplasmas em forragens é motivo de preocupação, já que estas plantas podem ser hospedeiros alternativos de fitoplasmas responsáveis por grandes perdes em culturas de alta relevância econômica. Fitoplasmas de diferentes grupos taxonômicos têm sido relatados em cultivos de *Crotalaria juncea,* bastante utilizada como cobertura verde. Os sintomas mais comuns em crotalária são superbrotamento e malformação (BIANCO et al., 2014; FLÔRES et al., 2013). Dentre os fitoplasmas associados a *C. juncea*, o mais preocupante é o pertencente ao grupo 16SrIX, também associado a sintomas de

Huanglongbing (HLB) em citros (WULFF et al., 2009).

Outro fitoplasma importante é o causador do enfezamento vermelho do milho (Maize bush stunt phytoplasma), que leva ao aparecimento de sintomas de clorose nas margens das folhas do cartucho, avermelhamento e necrose das folhas, seguidos de malformação das panículas. Caracterizado no grupo 16SrI-B, esse fitoplasma já foi relatado em algumas espécies forrageiras como *U. decumbens*, *M. maximus* e *U. plantaginea*, que podem ser hospedeiros alternativos na ausência de milho no campo e, posteriormente, como fonte de inóculo para os mesmos (HASS, 2005; SILVA et al., 2001). Não existem recomendações específicas de manejo de fitoplasma em pastagens. O controle dos insetos vetores é de grande importância para evitar a disseminação das respectivas doenças.

8 I MANEJO INTEGRADO DE DOENÇAS

Para garantir que o manejo integrado de doenças seja realizado com eficácia, é importante avaliar a ocorrência de doenças como um sistema complexo, considerar as particularidades de cada ambiente, o nível de tecnologia disponível na área de cultivo, o histórico da área cultivada e seus arredores, e os ciclos das relações patógeno-hospedeiro. O conhecimento amplo de todo o processo produtivo, dos possíveis problemas, das doenças mais comuns, dos métodos de controle disponíveis e de como cada um deles atua, nos permite tomar as decisões adequadas e no momento certo (SILVA e MELO, 2013; EL KHOURY e MAKKOUK, 2010; TRUTMANN, 1994).

Quando pensamos no manejo de doenças devemos, primeiramente, levar em consideração o chamado “triângulo da doença” e os três vértices que representam os componentes essenciais para que elas ocorram: um hospedeiro suscetível, um patógeno virulento e um ambiente favorável. O processo de escolha do método (químico, físico, biológico, cultural ou genético) mais adequado a cada passo do processo produtivo é bastante complexo e é crucial compreendermos qual o vértice de atuação de cada um deles e em qual princípio de controle o método se baseia (exclusão, erradicação, proteção, imunização, terapia, regulação e evasão) (AMORIM, REZENDE e BERGAMIN FILHO, 2018).

Segundo a abordagem epidemiológica, a quantidade de doenças em plantas é dependente da quantidade de inóculo inicial, da taxa de infecção e do tempo de exposição do hospedeiro ao patógeno (BERGER, 1977). Para se obter níveis mais baixos de doença, bastaria manter a quantidade de inóculo inicial do patógeno sempre baixa (ou inexistente) e utilizar uma combinação de estratégias desfavoráveis ao patógeno, para que a taxa de infecção diminua e para que as plantas fiquem menos tempo expostas ao patógeno.

Entender os métodos de manejo, os seus princípios, o alvo de atuação e a variável da fórmula epidemiológica na qual eles interferem, é fundamental para que esses métodos

sejam utilizados de forma combinada, e sejam eficazes no controle das doenças durante todo o ciclo da cultura (AMORIM, REZENDE e BERGAMIN FILHO, 2018; EL KHOURY e MAKKOUK, 2010).

Em virtude da dificuldade de se obter medidas eficazes, ou até mesmo informações para o manejo de doenças em forrageiras, a aplicação de práticas agronômicas baseadas nos princípios da exclusão e da imunização é altamente recomendada. O primeiro passo é a seleção do material propagativo/genético a ser utilizado. A escolha de cultivares adequadas à região de plantio e que apresentem bons níveis de resistência a um ou mais patógenos, é o método de controle mais adequado, eficiente e econômico.

A utilização de sementes sadias no campo é uma medida para evitar que um patógeno seja introduzido em uma área anteriormente livre, além de evitar que a quantidade de inóculo inicial no campo seja aumentada. Além da legislação brasileira que fiscaliza a movimentação de sementes de forrageiras em escala internacional, os próprios produtores podem aplicar medidas de exclusão ao usarem sementes sadias e certificadas, eliminarem restos culturais e aplicarem vazios sanitários.

As sementes apresentam um papel crucial na disseminação de muitos patógenos em pastagens, principalmente fungos e fitonematoides. A disseminação via sementes é extremamente eficiente, já que o patógeno agregado à semente chega na lavoura e encontra condições favoráveis ao seu desenvolvimento, umidade e temperatura, as mesmas favoráveis ao desenvolvimento das sementes. As restrições fitossanitárias impostas por países importadores visam evitar a disseminação desses organismos via sementes para novas áreas. Entretanto, no mercado interno, não há prática de medidas de controle ou erradicação de fitonematoides nas sementes (MARCHI, FERNANDES e VERZIGNASSI, 2011).

A associação de demais medidas de manejo à cultura é importante durante todos os estádios de desenvolvimento da planta e visa garantir a qualidade da produção. O conjunto de medidas mais recomendadas para forrageiras consiste em: rotação de espécies forrageiras, com o intuito de quebrar o ciclo dos patógenos; manejo consciente do gado, para evitar a degradação das pastagens e o aumento da suscetibilidade das plantas; plantio na época mais adequada, com o intuito de evitar atrasos no desenvolvimento das plantas e/ou períodos mais favoráveis aos patógenos, e diminuir o tempo de exposição aos mesmos; correta adubação das plantas, para garantir o seu vigor e resistência; irrigação adequada, evitando a exposição das plantas a ambientes muito úmidos ou muito secos; aplicação de silício quando necessário, para fortalecer as barreiras iniciais contra os patógenos (TRUTMANN, 1994; MARCHI, FERNANDES e VERZIGNASSI, 2011). De forma auxiliar, a realização de controle químico tem sido um grande aliado, principalmente em campos de produção de sementes.

REFERÊNCIAS

AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia. Volume 1. Princípios e Conceitos.** 5ª Edição. Editora Agronômica Ceres Ltda., São Paulo, 2018, 573p.

BERGER, R.D. Application of epidemiological principles to achieve plant disease control. **Annual Review of Phytopathology**, v. 15, p. 165 - 183, 1977.

BERNARD, E.C.; GWINM, K.D.; GRIFFIN, G.D. Forage grasses. In: BARKER, K.R.; PETERSON, G.A.; WINDHAM, G.L.; BARTELS, J.M.; HATFIELD, J.M.; BAENZIGER, P.S.; BIGHAM, J.M. (Ed.) **Plant and nematode interactions**. American Society of Agronomy, Madison, p.427-454, 1998.

BIANCO, L.F.; MARTINS, E.C.; TOLOY, R.S.; COLETTI, D.A.B.; TEIXEIRA, D.C.; Wulff, N.A. First report of phytoplasmas groups 16SrI and 16SrXV in *Crotalaria juncea* in Brazil. **Plant Disease**, v. 98, n. 7, 2014, 990p.

BUENO, E.R.V.; PRATES, M.; TENENTE, R.C.V. Avaliação de métodos tradicionais de extração de nematóides aplicados às sementes de *Panicum maximum* infestadas por *Aphelenchoides besseyi*. **Nematologia Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 231-217, 2002.

CAMELO-GARCÍA, V.M.; ANDRADE, C.S.; GEERING, A.D.W.; KITAJIMA, E.W; REZENDE, A.M. Genome organization and host range of a Brazilian isolate of *Johnsongrass mosaic virus*. **Archives of Virology**, v. 161, n. 5, p. 1335 – 1341, 2016.

CARMO, F.S. **Espécies de *Fusarium* associadas a gramíneas forrageiras.** UFLA, Lavras. Dissertação de Mestrado, 2017, 45p.

DUARTE, M.L.R.; ALBUQUERQUE, F.C.; SANHUEZA, R.M.V.; VERZIGNASSI, J. R.; KONDO, N. Etiologia da podridão do coleto de *Urochloa brizantha* em pastagens da Amazônia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 261-265, 2007.

EL KHOURY, W.; MAKKOUK, K. Integrated plant disease management in developing countries. **Journal of Plant Pathology**, v. 92, n. 4, p. 35-42, 2010.

FAVORETO, L. **Estudo de nematóides em sementes de gramíneas forrageiras**. UNESP, Jaboticabal. Dissertação de mestrado, 2004, 43p.

FAVORETO, L.; SANTOS, J.M.; CALZAVARA, S.A.; BARBOSA, J.C. Avaliação comparativa de métodos para extração de nematóides de sementes de gramíneas forrageiras. **Nematologia Brasileira**, v. 30, p. 71 - 74, 2006.

FAVORETO, L.; SANTOS, J. M.; CALZAVARA, S. A.; LARA, L. Estudo fitossanitário, multiplicação e taxonomia de nematoides encontrados em sementes de gramíneas forrageiras do Brasil. **Nematologia Brasileira.** Piracicaba, v. 35, p. 20-35, 2011.

FAVORETO, L.; SANTOS. J. M. TAKASHI. A.; RIBEIRO. N. R.; TOLEDO. A. M.; CAMPOS. A. S. Nematóides em sementes de gramíneas forrageiras do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Nematologia. **Anais**... Petrolina, p. 143, 2003.

FERNANDES, C. D.; JERBA, V. F.; VERZIGNASSI, J. R. Doenças das plantas forrageiras tropicais. In: Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes. **Anais**... Londrina, p.51-54, 2004.

FLÔRES, D.; MELLO, A.P.O.A.; JUNIOR, N.S.M.; BEDENDO, I.P.First report of a group 16SrVII-C phytoplasma associated with shoot proliferation of Sunn Hemp (*Crotalaria juncea*) in Brazil. **Plant Disease.** Saint Paul, v. 97, p.1652, 2013.

GARCIA, J. W.; TENENTE, R. C. V. Controle químico de *Aphelenchoides besseyi* Christie em sementes de *Panicum maximum*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 95-98, 2001.

HASS, I. C. R. **Gramíneas forrageiras como potenciais hospedeiros alternativos para o fitoplasma do enfezamento vermelho do milho**. ESALQ/USP, Piracicaba. Dissertação de mestrado, 2005, 38p.

KRUPPA, P. C. *Claviceps.***Biológico**, São Paulo, v. 66, p. 35 - 37, 2014.

LASCA, C. C.; VECHIATO, M. H.; KOHARA, E. Y. Controle de fungos de sementes de *Urochloa* spp.: eficiência de fungicidas e influência do período de armazenamento de sementes tratadas sobre a ação desses produtos. **Arquivos do Instituto Biológico.** São Paulo, v. 71, p. 465 - 472, 2004.

MANTOVANI, E. S., MARINI, D. C.; GIGLIOTI, E. A. Host range of *Xanthomonas* sp., causal agent of the false red stripe of sugarcane, among grasses. **Summa Phytopathologica.** Botucatu,v.32, p. 124 – 130, 2006.

MARCHI, C. E.; FERNANDES, C. D.; SANTOS, J. M. dos; JERBA, V. de F.; FABRIS, L. R. Mortalidade de *Urochloa brizantha* cultivar Marandu: causa patológica? In: BARBOSA, R. A. (Org.). **Morte de pastos de braquiárias**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, p.115–134, 2006.

MARCHI, C. E.; FERNANDES, C. D.; BORGES, C. T.; SANTOS, J. M. dos; JERBA, V. de F.; GUIMARÃES, L. R de A. Nematofauna fitopatogênica de sementes comerciais de forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 655 - 660, 2007.

MARCHI, C. E.; FERNANDES, C. D.; VERZIGNASSI, J.R. **Doenças em plantas forrageiras**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande. Documentos n. 187, 32p, 2011.

MARCOS, M. F.; JANK, L.; FERNANDES, C. D.; VERZIGNASSI, J. R.; MALLMANN, G.; QUEIRÓZ, C. A.; BATISTA, M. V. Reação à *Bipolaris maydis*, agente causal da mancha foliar, em híbridos apomíticos de *Panicum maximum*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 41, p. 197 - 201, 2015.

MARTINEZ-FRANZENER, A. S. **Avaliação do dano provocado por *Bipolaris maydis* em *Panicum maximum* cv. Tanzânia**. Unioeste, Marechal Cândido Rondon, Dissertação de Mestrado, 2006, 41p.

MORALES, F. J.; OSPINA, M. D.; CASTANO, M.; CALVERT, L. A. Sequence analysis of the genomic RNA 3'-terminal region of a potyvirus from *Urochloa* spp. related to G*uineagrass mosaic virus.***Journal of Phytopathology.** Göttingen**,** v. 144, p. 485-489, 1996.

NERY, M. C.; NERY, F. C.; SILVA, D. R. G.; SOARES, F. P. (2012). **Produção de sementes forrageiras.** UFLA, Lavras. Boletim Técnico n. 88, 47p.

PEDERSON, G.A.; QUESENBERRY, K.H. Clovers and other forage legumes. In: BARKER, K.R.; PETERSON, G.A.; WINDHAM, G.L.; BARTELS, J.M.; HATFIELD, J.M.; BAENZIGER, P.S.; BIGHAM, J.M. (Ed.) **Plant and nematode interactions**. American Society of Agronomy, Madison, p. 399 - 426, 1998.

PINHEIRO, F. P.; VIANELLO, R.P.; EBEIDALLA, F.S.; TENENTE, R.C.V. Thermal seed treatments to eradicate *Aphelenchoides besseyi* from *Urochloa dictyoneura*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 92 - 97, 1997.

SANTOS, E.C.M.; FERNANDES, C.D.; VERZIGNASSI, J.R.; JANK, L.; MALMANN, G.; QUEIRÓZ, C.A. Avaliação de genótipos de *Panicum maximum* Jacq. à carie do sino e à mancha foliar. **Summa Phytopathologica**,v. 41, n. 1, p. 35-41, 2015.

SHARMA, R.D.; CAVALCANTI, M.J.B.; VALENTIN, J.F. Nematoides associados ao capim-marandu no Estado do Acre. Embrapa Cerrados, Planaltina. **Comunicado técnico n. 46**,2001, 4p.

SILVA, E.K.C.; MELO, L.G.L. Manejo de doenças de plantas: um enfoque agroecológico. **Revista Educamazônia**, v. 10, p. 143 - 157, 2013.

SILVA, H.P.; FANTIN, G.M.; RESENDE, I.C.; PINTO, N.F.J.A.; CARVALHO, R.V. Manejo integrado de doenças na cultura do milho de safrinha. In: Seminário nacional de milho safrinha; Conferência nacional de pós-colheita; simpósio em armazenagem de grãos do mercosul. **Valorização da produção e conservação de grãos no Mercosul: resumos e palestras.** Londrina, p. 113-144, 2001.

SILVA, K.N.; NICOLINI, C.; SILVA, M.S.; FERNANDES, C.D.; NAGATA, T.; RRESENDE, R.O. First report of *Johnsongrass mosaic virus* (JGMV) infecting *Pennisetum purpureum* in Brazil. **Plant disease**, v. 97, n. 7, p. 1003, 2013.

SILVA, M.S.; FERNANDES, C.D.; RESENDE, R.O.; KITAJIMA, E.W.; MARCHI, C.E.; CHARCHAR, M.J.d'A.; ANJOS, J.R.N.; MAXIMO, R.N.; PEREIRA, L.M.; CORRÊA, D.C.V. Inclusões citoplasmáticas típicas de infecção viral em forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Stylosanthes*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 192, 2006.

SOUSA, G.J.T.; TEIXEIRA, K.C.; TEIXEIRA, R.N.P.; COSTA-JUNIOR, A.N.; ALVES, K.F. Ocorrência de cárie do sino em *Panicum maximum*, na fazenda agrícola do IFPA Campus Castanhal. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, **Anais**... João Pessoa, 2018.

TENENTE, R. C. V.; MENDES, M.A.S.; MANSO, E.S.C.; MARQUES, A.S.A. Seed health testing for nematodes detection of plant gerplasm by CENARGEN. **Seed Science Technology**, Karlsruhe, v. 22, n. 3, p. 415-420, 1994.

TRUTMANN, P. Management of tropical pasture diseases. In: LENNÉ J.; TRUTMANN, P. (ed.) **Diseases of tropical pasture plants.** CABI International, Wallingford, UK p. 292 - 314, 1994.

VECHIATO, M.H. Sanidade de gramíneas forrageiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES. **Anais**... João Pessoa, p. 55 - 57, 2004.

VERZIGNASSI, J.R.; CARVALHO JÚNIOR, A.A.; FERNANDES, C.D.; BATISTA, M.V.; QUEIROZ, C.A.; INÁCIO, C.A.; CORADO, H.S.; SILVA, J.L; MALLMANN, G. *Puccinia stylosanthis* em *Stylosanthes guianensis* em Mato Grosso do Sul: PRIMEIRO RELATO. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA. **Anais**... São Paulo, 2013.

VERZIGNASSI, J.R.; FERNANDES, C.D. Doenças em forrageiras. EMBRAPA, Campo Grande. **Boletim técnico n. 50**, 2001, 3p.

VIEIRA, E.A,; CHARCHAR, M.J.A.; SILVA, M.S.; ANJOS, J.R.N. Virulência de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* de populações selvagens de *Stylosanthes* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 5; p. 661-667, 2007.

WULFF, N.A.; TEIXEIRA, D.C.; MARTINS, E.C.; LEITE, A.P.R.; MARIANO, A.G.; SILVA, A.C.B.; AUGUSTO, M.L.V.; AYRES, A.J.; BOVÉ, J.M. The 16Sr group IX phytoplasma associated with citrus huanglongbing in São Paulo state, Brazil, has been detected in crotalaria plants (*Crotalaria juncea*). **Tropical Plant Pathology**, v.34, S7, 2009.

CAPÍTULO 5

MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS EM CULTURAS FORRAGEIRAS

Data de aceite: 11//10/2021

Izabela Thais dos Santos
Universidade Estadual Paulista, Departamento de Produção Vegetal, Botucatu, São Paulo, Brasil, https://orcid.org/0000-0003-1238-8244

Guilherme Constantino Meirelles
Universidade Estadual Paulista, Departamento de Produção Vegetal, Botucatu, São Paulo, https://orcid.org/0000-0002-4275-1369

Christiano da Conceição de Matos
Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba, Minas Gerais, https://orcid.org/0000-0002-0385-8737

Liany Divina Lima Miranda
Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, https://orcid.org/0000-0002-1709-4715

Antônio dos Santos Júnior
Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba, Minas Gerais, https://orcid.org/0000-0002-5434-5034

RESUMO: Estima-se que metade das áreas de pastagens no Brasil encontra-se em algum estádio de degradação, devido ao manejo inapropriado. Visando uma boa produtividade dessas áreas é de suma importância um programa de manutenção. O controle de plantas daninha é uma das atividades que devem ser empregada com intuito de mitigar a matocompetição. Estimativa que há mais de cinquenta espécies de plantas daninhas que infestam as áreas de pastagem que proporcionam prejuízos diretos e indiretos aos produtores. Assim, a infestação de plantas daninhas em áreas de produção de forragens decorre de fatores como a população infestante, características da espécie forrageira, espaçamento, densidade de semeadura, época e duração do período de convivência entre plantas. Para o controle das plantas daninhas pode se utilizar várias técnicas de manejo para o controle da comunidade infestante. Deste modo, o manejo integrado de plantas daninhas visa obter êxito na produção das forrageiras. A integração dos métodos de controle de plantas daninhas e a aplicação no período adequado é essencial para garantir a produtividade podendo assim, ter maior capacidade de suporte animal na área. Para o manejo das plantas daninhas tem que considerar as condições de cultivo da pastagem em conjunto com os métodos mais adequados para o controle, para que o sistema seja sustentável, garantindo a produtividade e reduzindo a necessidade de utilização de herbicidas.

PALAVRAS-CHAVE: matocompetição, Pastagem, Métodos de controle.

INTEGRATED WEED MANAGEMENT IN FORAGE CROPS

ABSTRACT: It is estimated that half of the pasture areas in Brazil are at some degradation stage, due to inappropriate management. Aiming a good productivity in these areas is importance a maintenance program. Weed control is one of the activities that should be employed in order

to mitigate weed competition. Estimate that there are more than fifty species of weeds that infest pasture areas that cause direct and indirect damage to producers. Thus, weed infestation in forage production areas results from factors such as the weed population, forage species characteristics, spacing, sowing density, time and duration of the coexistence period between plants. To control weeds, several management techniques can be used to control the weed community. Thus, integrated weed management aims to achieve success in forage production. The integration of weed control methods and application in the proper period is essential to ensure productivity, thus, having greater animal support capacity in the area. For the management of weeds, the pasture cultivation conditions must be considered together with the most suitable methods for control, so that the system is sustainable, guaranteeing productivity and reducing the need to use herbicides.
KEYWORDS: Weed competition, Pasture, Control methods.

1 I INTRODUÇÃO

As culturas forrageiras são a principal fonte de alimento utilizadas nas atividades pecuárias no Brasil devido ao baixo custo de produção (DIAS FILHO, 2014). O país possui um rebanho bovino de cerca de 171 milhões de animais, 46,8 milhões de hectares com áreas de pastagens naturais e 111,7 milhões de hectares ocupador por pastagens plantadas (IBGE 2017).

No Brasil, algumas áreas de pastagem estão localizadas em solos com baixa fertilidade natural ou em solos que foram esgotados por causa de manejo inapropriado, acarretando menores produtividades e capacidade de suporte animal (FREIRE et al., 2012). Além disso, áreas com essas características favorecem a infestação de plantas daninhas reduzindo a produtividade das espécies forrageiras de forma significativa ao longo do tempo. Isso diminui a vida útil da pastagem, uma vez que as espécies forrageiras são suprimidas por plantas que tem maior capacidade de se adaptar a essas condições (DIAS FILHO, 2014). Adicionalmente, a presença de plantas daninhas de baixa palatabilidade e/ou tóxicas reduz diretamente o desempenho animal (Di Tomaso, 2000; Sheley e Krueger-Mangold, 2003), podendo, em casos mais graves, levar o mesmo a morte (PEREIRA et al., 2011).

Estima-se que cerca de 50% das pastagens no Brasil estão fortemente degradadas, 25% em estádio moderado e outros 20% não degradados e, ou com baixo grau de deterioração (VICTÓRIA FILHO et al., 2014). Diante disso, é fundamental que haja um processo de recuperação de áreas de pastagens no país. A recuperação de pastagem degradas e a adoção de técnicas adequadas de manejo são importantes para diminuir o impacto das atividades agropecuárias sobre o meio ambiente.

A preocupação frequente no manejo de planta forrageiras é garantir o estabelecimento, crescimento e persistência da cultura na área, o que está diretamente

relacionado com a escolha adequada da espécie/variedade a ser cultivada. As pastagens no Brasil, Moçambique, Estados Unidos, Austrália e Nova Zelândia dentre outros países são compostas por gramíneas (Poaceas) e leguminosas.

No Brasil as principais forrageiras correspondem às gramíneas: *Panicum maximum* cv. Colonião syn. *Magathyrsus maximus*cv. Colonião, *Magathyrsusmaximus* cv. Tanzânia, *Magathyrsusmaximus* cv. Mombaça, *Brachiariabrizhanta* cv. Marandu syn.*Urochloa brizhanta* cv. Marandu, *Urochloa brizhanta* cv. Xaraes, *Urochloa decumbens*, *Urochloa humidicola*, *Urochloa ruziziensis*, *Cynodon dactylon*, *Cynodon rizomatosa*, *Andropogon gayanus*, *Macroatrim*, entre outras (VICTÓRIA FILHO et al., 2014). No caso das leguminosas são encontradas *Neonotonia wightii*, *Pueraria phaseoloides*, *Calopogonium mucunoides*, *Stylosanthes* spp., *Desmodium* spp., *Arachis pintoi* cv. Belmonte (Dias-Filho, 2005), bem como *Leucaena leucocephala*, entre outras.

Para que a cultura forrageira expresse seu potencial produtivo faz-se necessário um bom programa de manejo de plantas daninhas nas áreas de pastagens, visando um melhor rendimento da produção animal. Estima-se que mais de cinquenta espécies de plantas daninhas, frequentemente infestam as áreas de pastagem no Brasil, causando prejuízo aos produtores (VICTÓRIA FILHO et al., 2014). Diante disso, neste capítulo, será revisado os dados da literatura sobre a adoção do manejo integrado da comunidade infestante, por meio da utilização de métodos preventivos, físicos, mecânicos, biológicos e químicos em áreas de pastagens.

2 I PRINCIPAIS PLANTAS DANINHAS EM ÁREAS DE PASTAGEM

As principais espécies de plantas daninhas que frequentemente infestam áreas de pastagens no Brasil são a Solidago chilensis (Meyen), Vernonia polyanthes (Less), Vernonia westiniana (Less), Bacharis trimera (Less) DC., Barnadesia rósea (Vell.), Eupatorium laevigatum (Torr.), Eupatorium maximiliani (Schrad. ex DC), Eupatorium squalidum, Verninia rubricaulis (DC.), Orbygnia speciosa, Attalea phalerata (Mart. ex Spreng.), Astrocaryum vulgare, Calotropis procera (Aiton) W.T. Aiton, Peschiera fuchsiaefolia, Duguetia furfuracea (A. St.-Hil.) Staff, Tecoma stans (L.) Juss. Ex Kunth, Memora peregrina (Miers) Sandwith, Pyrostegia venusta (Ker Gawl.) Miers, Mansoa difficilis, Sparattosperma leucanthum (Vell.) K. Schum., Visnia guianenis, Combretum discolor (Taub.), Croton glandulosus L., Acacia farmesiana (L.) Willd, Calliandra parviflora Benth, Mimosa polycarpa Kunth, Acacia plumosa Mart. Ex Colla, Stryphnodendron obvatum, Bauhinia curvula (Benth.), Bocoa mollis (Benth.), Cenostigma macrophyllum (Tul.), Mimosa weddelliana (Benth.), Senna occidentalis (L.) Link, Senna obtusifolia (L.) H.S. Irwin and Barnaby, Machaerium acutifolium (Vogel), Dalbergia frutences, Andira humilis Mart. ex Benth., Bauhinia forficata Link ,Mezilaurus crassiramea, Strychnos pseudoquina ,Mascagnia pubiflora, Sida spp., Mimosa invisa, Myrcia bela, Urochloa dracunculifolia, Paspalum virgatum (L.), Guadua angustifólia Kunth,

Palicourea marcgravii A St.-Hill., Casearia sylvestris (Swartz), Solanum rugosum (Dunal), Cestrum axillare (Vell), Solanum glaucophyllum (Desf.), Solanum paniculatum L., Solanum lycocarpum A St.-Hill., Lantana guaianensis, Vitex montevidensis, Solidago chilensis (Meyen), (Victória Filho et al., 2014).

O conhecimento das plantas daninhas é de fundamental importância, uma vez que, estas podem causar injurias aos animais devido a danos causados por espinhos *Acacia plumosa* (arranha-gato) e até mesmo causando a morte devido a ingestão de plantas toxicas como *Palicourea marcgravii* (cafezinho).

2.1 Competição das plantas daninhas com a pastagem

As plantas daninhas podem causar danos indireto e diretos ao sistema de produção de forrageiras. Os danos indiretos referem-se ao fato de algumas espécies daninhas serem hospedeiras intermediárias de diversos insetos-pragas, nematoides e agentes causadores de doenças o que reduz a produtividade e qualidade da forrageira e onera os custos operacionais (SILVA e SILVA, 2007). Adicionalmente, algumas plantas daninhas podem provocar ferimentos e intoxicação aos animais. Por outro lado, os danos diretos estão associados a prejuízos na produção de forragens causados pela disputa entre plantas daninhas e cultura por água, luz, espaço e nutrientes (SILVA e SILVA, 2007).

O grau de interferência de plantas daninhas na produção de forragens depende de fatores como a população infestante (composição específica, densidade e distribuição), características da própria forrageira (espécie, espaçamento e densidade de semeadura), bem como da época e duração do período de convivência entre plantas (PITELLI, 1985).

Desta maneira, a determinação do período no qual a forrageira pode conviver com as plantas daninhas sem que ocorra perdas significativas na produção e o adequado momento de se realizar o manejo destas é de fundamental importância para a sustentabilidade das áreas de pastagem e controle eficiente das invasoras. Adicionalmente, o conhecimento do Período Anterior a Interferência (PAI) que compreende os estádios iniciais de desenvolvimento em que a forrageira e a planta daninha podem coexistir em um mesmo local sem que ocorra competição por recursos do meio entre ambas. Já o Período Crítico de Prevenção a Interferência (PCPI) é o momento no qual, o não controle das plantas invasoras pode acarretar em atrasos no estabelecimento da cultura e consequentemente perdas na produtividade, ou seja, os métodos de controle devem ter efetividade até o momento em que a forrageira se estabeleça na área cobrindo o solo. Contudo, associação dos conceitos de PAI e PCPI culminam no Período Total de Prevenção a Interferência (PTPI), que remete ao período que não pode haver competição entre planta daninha e cultura (PITELLI, 2014; CORRÊA et al., 2016).

A avaliação da interferência de plantas daninhas no cultivo de *U. brizantha* cv. Marandu mostrou um PAI de oito dias após a emergência (DAE) da forrageira, PTPI de

34 DAE e um PCPI que se situou entre 8 e 34 DAE (PEREIRA et al., 2019). Dessa forma, a interferência de plantas daninhas reduziu o rendimento forrageiro da *U. brizantha* na fase de implantação e na rebrota da pastagem, principalmente no período de produção de folhagens. Esses dados demonstram que é fundamental manter a cultura livre da competição com plantas daninhas, especialmente no período de desenvolvimento inicial da mesma.

3 I MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Diversas são as técnicas de manejo e controle das plantas daninhas, no entanto, para que tenha eficiência na redução da população infestante é necessário a integração de diferentes técnicas para a prevenção e o controle por meio cultural, mecânico, biológico e químico.

3.1 Controle preventivo

O controle preventivo tem como objetivo evitar a introdução, o estabelecimento e/ou a disseminação de propágulos de espécies daninhas em áreas ainda não infestadas, sendo a primeira etapa em direção ao manejo sustentável das plantas daninhas em pastagens, tendo em vista o seu baixo impacto ao meio. Dentre as práticas de prevenção destacam-se limpeza dos implementos agrícola, aquisição de sementes de produtores idôneos e quarentena de animais oriundo de outras áreas. Tais práticas, reduzem a disseminação espécies de alta agressividade, plantas tóxicas e com espinhos que pode causar morte e danos ao úbere de animais de leite.

O preparo do solo para plantio e estabelecimento das pastagens apresenta-se com elevado potencial na disseminação de plantas daninhas, uma vez que, ao realizar a movimentação do solo com subsoladores, arados e grades, as sementes e propágulos vegetativos (bulbos, rizomas, estolões, etc.), podem ficar aderidos aos implementos e serem carreados para novas áreas, fazendo-se necessário a limpeza cuidadosa do trator agrícola e dos implementos de modo a mitigar a dispersão das plantas daninhas.

Na formação da pastagem é de fundamental importância a aquisição de mudas e ou sementes com elevado valor cultural, livres de propágulos de plantas daninhas, e de produtores idôneos que respeitem a legislação de sementes (mais detalhes no Capítulo 8).

Outra barreira preventiva para mitigar a introdução de espécies indesejadas nas pastagens é a quarentena de animais oriundos de outras áreas. Nesse caso, é recomendado a manutenção dos animais por 48 horas no curral visando a eliminação de propágulos que esteja no trato intestinal, nos pelos e cascos, antes de introduzi-los nas áreas de pastagem (VICTÓRIA FILHO et al., 2014). Ainda, as fezes provenientes destes animais, não poderá ser utilizado na adubação, uma vez que, as sementes podem permanecer viáveis e desta forma colonizar novas áreas.

3.2 Controle cultural

O controle cultural tem por objetivo garantir a vantagem competitiva da cultura em relação às plantas daninhas e consiste na utilização de práticas filotécnicas como o emprego de sementes com elevada qualidade e vigor, manejo adequado do pasto respeitando o momento de entrada e saída dos animais, variedade adaptada às condições edafoclimáticas, correção do solo e adubação, etc.

3.2.1 Aquisição de sementes

A rentabilidade e a sustentabilidade das pastagens dependem do estabelecimento da espécie forrageira nas áreas de cultivo. Desde modo, a escolha de sementes de qualidade para a implantação, reforma e recuperação de piquetes degradados é fundamental, pois garante uma maior porcentagem de sementes germinadas, um crescimento inicial mais rápido e consequentemente, maior cobertura da área em menor espaço de tempo. Por outro lado, o emprego de sementes de baixa qualidade pode comprometer o investimento feito em preparo do solo, calagem, adubação, aumentar os gastos com controle de plantas daninhas entre outros.

3.2.2 Seleção de espécies forrageiras

A seleção da forrageira para implantação de pastagens é uma das decisões mais importante a serem tomada pelos pecuaristas. De acordo com Aguiar, (2018) as principais características a serem observadas no momento da escolha da forrageira são: adaptação às condições climáticas e solo; comportamento frente ao ataque de pragas e doenças; se causa distúrbios metabólicos aos animais; a sua aceitabilidade pela espécie animal; como é plantada (sementes ou mudas); os objetivos para a sua exploração (pastejo e/ou conservação sob as formas de silagem, pré-secado ou feno); o método de pastoreio que será adotado, se lotação continua, ou alternada ou rotacionada; e o nível tecnológico do produtor, se extensivo, se intensivo sem irrigar ou se intensivo irrigado. As características favorecem a cobertura da área, atenuando a competição das plantas daninhas com a espécie forrageira.

3.2.3 Correção e adubação do solo

A aplicação de calcário visa fornecer cálcio e magnésio na camada arável e elevar o pH do solo, onde o calcário é incorporado, no entanto não há correção em camadas mais profundas, o que em caso de veranicos pode ocasionar perdas de produtividade, uma vez que os sistemas radiculares de algumas plantas crescem somente na camada onde houve há incorporação do calcário (SOUSA et al, 2001). Desta maneira, o uso de gesso permite

o fornecimento de cálcio em camadas mais profundas, auxiliando no desenvolvimento de raízes em profundidade. Ainda, reposição de outros nutrientes como o nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre favorece a formação e o desenvolvimento da forrageira. Porém, a falta adubação e correção pode acarretar pastagens degradadas, tornando o solo exposto e proporcionando condições necessárias para a germinação e o desenvolvimento das plantas daninhas (SOUSA et al, 2001).

3.2.4 Densidade de sementes e formas de semeadura

A densidade de sementes forrageiras utilizadas para a implantação da pastagem depende da espécie, o tipo de consórcio, quando aplicável e do nível tecnológico do produtor. Normalmente o potencial germinativo está associado positivamente à densidade de sementes, ou seja, quanto maior a densidade, maior o percentual de germinação (SOUZA FILHO et al., 2003). Além disso, quanto maior número de individuo distribuídos uniformemente na área, menor será a competição por água, luz, nutriente e espaço imposta pelas plantas daninhas as plantas cultivadas.

Mota et al. (2010) ao realizada o consórcio entre sorgo e três forrageiras (*Urochloa brizantha* cv. Xaraés; *Andropogon gayanus* e *Panicum maximum* cv. Tanzânia) semeadas a lanço observou-se que o capim-tanzânia, quando consorciada com o sorgo, diminue a infestação e capacidade competitiva das plantas daninhas e favorecem o manejo dessas espécies, dispensando a aplicação de herbicidas como o atrazine.

Por outro lado, a formação da pastagem em consórcio proporciona a mitigação dos custos de implantação das forrageiras e deste modo a cultura agrícola deve apresentar produtividade satisfatória para amortização dos gastos. Desta maneira, o consórcio sorgo com uma linha de braquiária semeada entre as fileiras de plantio de sorgo proporcionou melhores resultados quando comparado a semeadura a lanço demonstrando ser a modalidade de semeadura mais indicada em sistema de integração lavoura pecuária (MACHADO et al., 2011).

3.2.5 Manejo do pastejo

De acordo com Jackson, Isidore e Cates, (2019) os princípios de pastoreio controlado, consiste na rotação de piquetes, intensidade de consumo das forrageiras bem como a taxa de lotação por área pastejada, de modo que as plantas de pastagem sejam uniformemente consumidas, deixando um residual de biomassa significativo e um período de rebrota adequado para que essas áreas apresentam novamente seu potencial produtivo (Bruijn e Bork, 2006), para garantir a supressão competitiva das plantas daninhas.

3.3 Controle físico

O controle físico com o emprego do fogo ainda é muito utilizado no controle de plantas daninhas em áreas de pastagens, por ser uma prática de baixo custo. Todavia esta técnica tem apresentado elevados problemas ambientais quando não empregado de maneira correta e sem respeitar as condições climáticas, sendo, uma técnica não recomendada ao levar em consideração aspectos agronômicos e ecológicos (VICTORIA FILHO et al., 2014).

A prática da queimada pode ocasionar empobrecimento do solo, e causar degradação da pastagem, demonstrando que a utilização do fogo como rotina não é o melhor manejo em áreas de pastagem, essa técnica não é segura, e apresenta vários aspectos prejudiciais ao sistema e a sustentabilidade do ambiente (ZANINE e DINIZ, 2007). A queimada como técnica de renovação da pastagem pode ser evitada por meio da utilização da quantidade adequada de animais na área, roçagem, adoção do sistema de sobre semeadura de forrageiras no período de inverno, fornecimento suplementar com proteína, entre outras técnicas de manejos (JACQUES, 2003).

3.4 Controle biológico

O controle biológico de plantas daninhas envolve em primeira instância a utilização de inimigos naturais como insetos, fungos, bactérias, vírus, ácaros, peixes, aves e mamíferos (Victoria Filho et al., 2014), além da inibição causada pela alelopatia.

Oliveira et al. (2019), constataram que o extrato de *U. brizantha* cv. Marandu reduziu o comprimento da parte aérea do *Bidens pilosa*. Por outro lado, nos extratos contendo girassol e sorgo não houve diferença significativa em relação ao tratamento com água destilada. Por sua vez, os extratos de braquiária e sorgo apresentaram eficiência para o controle no início do desenvolvimento de *B. pilosa*.

Estudo realizado por Popay e Fidel (1996) constatou que animais em pastejo como bovinos, caprinos e principalmente ovinos podem ser eficazes no controle das plantas daninhas, desde que tenha o equilibro e ajuste na intensidade e quantidade de animais por área pastejada. Porém, elevada taxa de lotação e intenso consumo das forrageiras, podem acarretar em declínio na produtividade da pastagem, favorecendo desenvolvimento das plantas daninhas.

Segundo Suckling (2013), os programas de controle biológico são trabalhos de longo prazo em escala geográfica, e cuidados devem ser tomados para uma análise apropriada desta escala, pois é necessária para reconhecer riscos, sucessos e fracassos na proporção correta.

3.5 Controle mecânico

O controle mecânico consiste no arranque seletivo das plantas daninhas, bem como

no corte destas rente ao solo com o auxílio de ferramentas (enxada, enxadão, foice, etc.), implementos agrícolas (enxada rotativa, roçadeira, etc.) ou manualmente. Esta técnica é a mais antiga dentre os métodos de controle das plantas daninhas e ainda é muito empregada. A eficiência no controle mecânico das plantas daninhas varia em função da comunidade infestante, uma vez que, plantas que se propagam por partes vegetativas (bulbos, rizomas, caule, etc.) e em condições de umidade no solo podem ser facilmente dispersas na área. Não obstante, segundo Silva et al., (2009) tem-se um incremento no controle mecânico das plantas daninhas anuais quando estas se encontram nos primeiros estádios de desenvolvimento (2 a 4 pares de folhas) e expostas ao sol e em solos secos.

3.6 Controle químico

O controle químico consiste no uso de herbicidas e deve sempre ser utilizado de forma a complementar aos demais métodos de controle e nunca como a única ferramenta no manejo das plantas daninhas. Contudo, o uso indiscriminado desta tecnologia tem se tornado um grave problema para o ambiente em função da seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes a diversos herbicidas, disseminação de espécies tolerantes, bem como a contaminação do solo e dos cursos d'água. Isto tem ocorrido devido ao uso repetido em mesma área e safra de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, bem como o emprego de moléculas químicas com elevado período residual que proporciona elevada pressão de seleção das plantas daninhas presentes no banco de semente do solo. Ainda, a não observância das interações dos herbicidas com solo pode elevar o potencial danoso destes chegando a camadas mais profundas do solo, além da disponibilidade destes por longos períodos favorecendo o *carryover* em culturas sucessoras ou consorciadas.

3.6.1 Herbicidas indicados para pastagens

No Brasil, há 11 princípios ativos registradas para o controle de planta daninhas em pastagens dentre eles encontrasse, 2-4, D, aminopyralid, dimetilamina, fluroxypyr, Glyphosate, metsulfuron-methyl, picloram, tebutiuron, triclopyr-methyl e saflufenacil (Agro link, 2019). Esses herbicidas podem ser encontrados em diversas formulações estando isolados e/ou em misturas, há 168 produtos comerciais registrados para pastagem que irão atuar em diferentes sítios ativos para o controle das plantas daninhas.

Para pastagens em formação recomenda-se os herbicidas 2,4-D e aminopyralid. Para pastagem em manutenção o tordon XT é o mais empregado (Agro link, 2019). Esses herbicidas têm destaque nessas fases da cultura forrageira por sua eficiência e seletividade.

3.6.2 Manejo de herbicidas em pastagens

O emprego de herbicidas na agricultura é muito importante para manter e/ou elevar

a produtividade da cultura, porém, para se obter sucesso no uso de herbicidas é necessário maneja-lo de maneira correta como a calibração do pulverizador, o uso de dosagens recomendadas, horário de aplicação com temperatura amenas, umidade relativa do ar acima de 60%, ventos abaixo de 6 km h^{-1}, evitar dias chuvosos, atentar-se ao período vegetativo das plantas daninhas (OLIVEIRA e WENDLING, 2013).

3.6.3 Dessecação de pastagem para renovação

Em áreas de pastagem são realizadas três técnicas de manejos que consistem em recuperação, reforma e renovação. A recuperação conta com a aplicação de práticas culturais, visando o reestabelecimento da cobertura no solo e o vigor das espécies forrageiras. Para a reforma são realizadas um novo estabelecimento da pastagem, utilizando a mesma espécie, podendo ter entrada de máquinas. Por sua vez, a renovação consiste na utilização de pastagem debilitadas, visando a formação de um novo pasto com outra espécie forrageira, geralmente mais produtiva.

A renovação pode ser efetuada de forma direta ou indireta. A forma direta tem por objetivo substituir uma espécie ou cultivar por outra forrageira sem utilizar cultura intermediária (ZIMMER et al., 2012). Nesse sistema, utiliza-se métodos mecânicos e químicos para o controle da espécie que se quer erradicar.

A renovação indireta com uso de pastagem anual ou agricultura é recomendada quando o estádio de degradação da pastagem é bastante avançado (ZIMMER et al., 2012). Deste modo, são utilizados herbicidas (não seletivos, com amplo espectro) para a dessecação em área total. O herbicida glyphosate, por exemplo, pode ser utilizado para dessecações de pastagem aos 0, 10, 20 e 30 dias antes da semeadura da soja, com resultados satisfatórios em relação à produtividade de grãos dessa cultura (RICCE et al., 2011).

3.6.4 Uso de herbicidas em pastagens estabelecidas

No momento da aplicação do herbicida, normalmente, faz-se a retirada do gado da pastagem até finalizar o período de carência referente a cada produto aplicado para voltar a entrar com animais na área tratada. Além disso, deve-se respeitar o período residual para rotação de culturas com plantas que são susceptível a aplicação de determinado herbicida.

A utilização dos herbicidas diuron e MSMA no controle de *Urochloa decumbens* em pastagem de tifiton 85, apresentaram eficácia de controle na mistura em dose cheia com 90% aos 40 dias após aplicação, para este mesmo período quando aplicaram só MSMA o controle foi inferior a 70%. No entanto, quando se avaliou a pastagem que recebeu aplicação de diuron e MSMA na dose de 1120 e 2880 g ha^{-1} houve injúrias leves nos híbridos de *Cynodon dactylon* (Coast-Cross e Tifton 85) aos 14 primeiros dias após aplicação e

foram reduzindo aos 30 dias após aplicação, possibilitando o pleno desenvolvimento das forrageira e o rápido restabelecimento da pastagem (CARVALHO, 2005).

Castro Junior (2008), contataram que os tratamentos eficientes no controle de assa-peixe (*Vernonia* sp), cipó (*Arrabidea* sp) e mamica-de-porca (*Machaerium aculeatum*) foram: Flumyzin 500 + Ally (30 g + 10 g p.c.ha^{-1}), Ally + U46- D Fluid (10 g + 500 mL p.c.ha^{-1}), e Flumyzin 500 + U46-D Fluid (30 g + 500 mL p.c.ha^{-1}), sendo que as misturas testadas apresentaram potencial para tornarem-se novas alternativas no controle químico das plantas infestantes de folhas largas, em pós-emergência, nas pastagens de *Urochloa brizantha* cv Marandu.

4 I USO REPETITIVO DE HERBICIDAS DE UM MESMO MECANISMO DE AÇÃO

O uso constante de moléculas de herbicidas que apresentam o mesmo sítio de ação pode causar pressão de seleção nas plantas daninhas, sendo, necessário a identificação da comunidade infestante. Muitas são as plantas daninhas que são resistentes a diferentes moléculas de herbicidas.

Nas pastagens há um grupo de 19 espécies de plantas daninhas resistentes aos principais herbicidas utilizados. Esses relatos ocorreram nos países da Africa do Sul, Austrália, Canadá, Estados Unidos, Húngria, Nova Zelândia e Suíça (Internacional Survey of Herbicide Resistat Weeds, 2019).

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego do manejo integrado de plantas daninhas é importante para o sucesso das forrageiras. A integração dos métodos de controle de plantas daninhas, bem como o emprego dos mesmos no período adequado, é fundamental para garantir a produtividade da pastagem e, consequentemente, aumentar a capacidade de suporte animal na área.

O produtor deve considerar as condições de cultivo da pastagem na escolha do conjunto de métodos mais adequados para o controle de plantas daninhas, pois isso faz com que o sistema seja sustentável, garante a produtividade e reduz a necessidade de utilização de herbicidas.

REFERÊNCIAS

Agro link, 2019. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/busca-simples-produto>. Acesso em: 28 maio 2019.

CARVALHO, J. A.; WERLANG, R. C.; PARO, P. H. Z.; FINOTTI NETO, E. Controle químico de *Urochloa decumbens* em pastagem de *Cynodon dactylon* híbridos Coast-cross e Tifton 85. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, p. 1 - 7, 2005.

CASTRO JUNIOR, T. G. FERNANDES, A. C.; ROSSI JUNIOR, P. (2008). Herbicidas no manejo de invasoras em pastagem de *Urochloabrizantha* cv marandu, no Mato Grosso, Brasil. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient**. Curitiba, v. 6, p. 109 - 118, 2008.

CORRÊA, M. J. P.; ALVES, G. L.; ROCHA, L. G. F.; SILVA, M. R. M. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do feijão caupi. **Revista de Ciências Agroambientais,** Alta Floresta, v. 13, p. 50 – 56, 2016.

DI TOMASO, J.M. Invasive weeds in rangelands: Species, impacts, and management. **Weed Science**. v. 48,p. 255-265, 2000.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 402, 2014. 36 p.

DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. Pastagens no ecossistema do trópico úmido. In: Simpósio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros: alternativas vaiáveis visando a sustentabilidade dos ecossistemas de produção de ruminantes nos diferentes ecossistemas. 2005, Goiânia, **Anais…** Goiânia: SBZ. p. 95 – 104, 2005.

FREIRE, F. M.; COELHO, A. M.; VIANA, M. C. M.; SILVA, E. A. Adubação nitrogenada e potássica em sistemas de produção intensiva de pastagens. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, p. 60 - 68, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário. 2017.

Internacional Survey of Herbicide Resistat Weeds, 2019. Disponível em:<http://www.weedscience.org>. Acesso em: 28 maio 2019.

JACQUES, A.V.A. Aqueima das pastagens naturais - efeitos sobre o solo e a vegetação. **Ciência Rural**, v. 33, p. 177 – 181, 2003.

OLIVEIRA, M. F.; WENDLING, I. J.**Uso e manejo de herbicidas em pastagens**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Documentos n. 165, 27p, 2013.

OLIVEIRA, J. S.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. S.; ALMEIDA, A. T. Aqueous plant extracts in the control of Bidens pilosa L. **PLANT SCIENCE**, v. 86, p. 1 – 6, 2019.

PEREIRA, F. A. R; VERZIGNASSI, J. R.; ARIAS, E.R. A.; CARVALHO, F. T.; SILVA, A. P. Controle de plantas daninhas em pastagens. **Embrapa Gado de Corte.** 22 p. 2011.

PEREIRA, L. S.; JAKELAITIS, A.; OLIVEIRA, G. S.; SOUSA, G. D.; SILVA, J. N.; COSTA, E. M. Interferência de plantas daninhas em pastagem *de Urochloa brizantha* cv. Marandu. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 28, p. 29 – 41, 2019.

PITELLI, R. A. Competição entre plantas daninhas e plantas cultivadas. In: MONQUERO, P. A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: RiMa Editora, 2014. p. 61-81.

PITELLI, R. A. Competição entre plantas daninhas e plantas cultivadas. In: MONQUERO, P. A. **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: Rima, p. 61 - 81, 2019.

POPAY I.; FIELD, R. Grazing Animals as Weed Control Agents. **Weed Technology**. v. 10, p. 217 – 231, 1996.

RICCE, W. S.; ALVES, S. J.; PRETE, C. E. C. Época de dessecação de pastagem de inverno e produtividade de grãos de soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 46, p. 1220 – 1225, 2011.

SHELEY, R. L.; KRUEGER-MANGOLD J. Principles for restoring invasive plant-infested rangeland. **Weed Science**. v. 51, p. 260 – 265, 2003.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas.** Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.

SUCKLING, D. M. Benefícios do controle biológico de ervas daninhas na Nova Zelândia variam de insignificantes a maciços: uma análise retrospectiva. **Biological Control**,v. 66, p. 27 – 32, 2013.

VICTÓRIA FILHO, R.; NETO L.;, PELISSARI, A.; REIS, F. C.; DALTRO, F. P. Manejo sustentável de plantas daninhas em pastagens. In. MONQUEIRO, P. A. **Manejo de plantas daninhas nas culturas agrícolas**. Editora RiMa, São Carlos, p. 179 - 207, 2014.

ZANINE, A. M.; DINIZ, D. Efeito do fogo na produção e valor nutricional do pasto. REDVET. **Revista electrónica de Veterinaria**, v. 2, p. 1-8, 2007.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M.C. M.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G. **Degradação, recuperação e renovação de pastagens.** Embrapa Brasília, DF, Documentos 189p, 2012.

CAPÍTULO 6

PRODUÇÃO DE SEMENTES FORRAGEIRAS

Data de aceite: 11//10/2021

Andréia Márcia Santos de Souza David
Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Janaúba, MG, Brasil.
https://orcid.org/0000-0002-2747-5941

Dorismar David Alves
Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Janaúba, MG, Brasil
https://orcid.org/0000-0003-4277-1498

Hugo Tiago Ribeiro Amaro
Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Paracatu, MG
https://orcid.org/0000-0001-9142-4244

Josiane Cantuária Figueiredo
Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Sementes Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, RS
https://orcid.org/0000-0001-7105-1241

Edson Marcos Viana Porto
Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Paracatu, MG,
https://orcid.org/0000-0002-4967-0967

RESUMO: A semente é o veículo que congrega para as inovações e os avanços tecnológicos visando à agregação de valor ao produto a ser transferido ao produtor rural, representando altos ganhos econômicos ao setor agrícola. Os atributos físicos, fisiológicos, sanitários e genéticos das sementes são determinantes da sua qualidade. Assim, para serem comercializadas, as sementes de forrageiras precisam atender aos padrões de qualidade estabelecidos para a espécie. No entanto, há certa dificuldade de se encontrar no mercado brasileiro sementes de algumas espécies forrageiras que atendam aos padrões de comercialização. Tal fato pode estar associado à dormência das sementes, mecanismo de adaptação relevante em regiões com restrições pluviométricas, mas que impede as sementes recém-colhidas atingirem padrões legais de comercialização. Assim, estudos relacionados ao processo de maturação e colheita de sementes destas espécies são fundamentais para se estabelecer o ponto em que as sementes atingem a máxima qualidade e determinar a época ideal de colheita.

PALAVRAS-CHAVE: colheita; dormência; processo de maturação; qualidade fisiológica.

ABSTRACT: The seed is the vehicle that brings together innovations and technological advances aimed at adding value to the product to be transferred to the rural producer, representing high economic gains for the agricultural sector. The physical, physiological, health and genetic attributes of seeds are determinants of their quality. Thus, to be commercialized, forage seeds must meet the quality standards established for the species. However, it is difficult to find seeds of some forage species in the Brazilian market that meet commercial standards. This fact may be associated with seed dormancy, a relevant adaptation mechanism in regions with rainfall restrictions, but which prevents newly harvested seeds from reaching legal marketing standards.

Thus, studies related to the process of maturation and harvesting of seeds of these species are essential to establish the point at which the seeds reach maximum quality and to determine the ideal harvest time.
KEYWORDS: harvest; numbness; maturation process; physiological quality.

1 I INTRODUÇÃO

Os dados estatísticos de 2018 colocam o Brasil em posição de destaque no cenário mundial da carne bovina, possuindo o maior rebanho bovino comercial e sendo o país com maior quantidade exportada do produto (Anualpec, 2017). A utilização de pastagens pode ser apontada, dentre diversos fatores, como sendo um dos principais fatores que podem explicar esse destaque do Brasil no mercado mundial da carne bovina.

De acordo com os dados compilados pela Associação das Indústrias Exportadoras de Carnes - ABIEC (Abiec, 2018), entre os anos de 2005 a 2015, aproximadamente 91% dos animais abatidos no Brasil foram terminados em pastagens. A praticidade de exploração dos pastos, bem como o menor custo de produção desse tipo de alimento, comparativamente aos alimentos concentrados utilizados nos confinamentos, dentre outros fatores, justifica a utilização das pastagens como a principal fonte de alimentação do rebanho bovino nacional.

A área total de pastagem no Brasil é de 190 milhões de hectares, sendo aproximadamente 39% dessa área ocupada com pastagens nativas, 52% com *Brachiaria* spp. e 9% com cultivares de outras espécies (Anualpec, 2008). Forrageiras do gênero *Brachiaria* representem 85% da área de pastagens cultivadas no Brasil, sendo que o capim-marandu [*Urochloa brizantha* (Hochstex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sin.: *Brachiaria brizantha*] ocupa algo próximo a 50 milhões de hectares da área de pastagens do Brasil (Jank et al., 2014). Estima-se que 8 milhões de hectares de pastagens são renovadas ou recuperadas anualmente no Brasil, sendo que 80% da demanda de sementes para essa área são de forrageiras do gênero *Brachiaria* (José, 2012).

O mercado brasileiro de sementes forrageiras em 2011 teve um volume de negócios de cerca de US$ 600 milhões, o equivalente a 2,5% do mercado global de sementes e ainda tem potencial para expansão (José, 2012). O Brasil é também o maior exportador mundial de sementes forrageiras tropicais. Sementes do gênero *Brachiaria* representam acima de 80% do volume total exportado em 2010. *B. brizantha* cv. Marandú e *B. decumbens* cv. Basilisk representaram mais da metade do volume exportado em 2010 (Jank et al., 2014).

Jank et al. (2014) apontam que uma ação essencial para manter a sustentabilidade do setor pecuário e aumentar ganhos de produtividade é o investimento na recuperação de pastagens, haja vista que aproximadamente 47% apresentam algum grau de deterioração (Nogueira e Aguiar, 2013).

De acordo com o Anuário da Pecuária Brasileira (Anualpec, 2014), o gasto com sementes para formação de pastagens do capim-marandu [*Urochloa brizantha* (Hochstex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sin.: *Brachiaria brizantha*] e do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.), representa apenas 4,54% do custo total de formação do pasto, em média. Há que se ressaltar, de forma peremptória, que o insucesso na germinação das sementes, implicará na perda dos demais gastos efetuados na implantação ou reforma do pasto, denotando, dessa forma, a relevância da qualidade fisiológica das sementes nos investimentos realizados em pastagens.

Os atributos físicos, fisiológicos, sanitários e genéticos das sementes são determinantes da sua qualidade. A utilização de sementes de baixa qualidade, mormente aquelas de baixo valor cultural, pode incorrer em aceleração do processo de degradação do pasto, por proporcionar uma baixa densidade de plantas por área, favorecendo a instalação de plantas daninhas e o acirramento da competição por nutrientes e outros fatores produtivos na área da pastagem.

2 I ASPECTOS GERAIS DA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS

Os campos de produção de sementes de forrageiras costumam ser instalados em regiões e áreas tradicionais de pastagem. No entanto, nem sempre o local onde uma planta se adapta bem, é o mais indicado para a produção de sementes (Araújo et al., 2008). As sementes devem apresentar padrão de qualidade, como germinação, vigor, pureza física, genética e sanitária (Carvalho e Nakagawa, 2012), os quais expressam a capacidade da semente gerar plântulas com maior chance de superar as condições edafoclimáticas adversas e tornarem-se plantas adultas, culminando no estabelecimento adequado e uniforme da lavoura (França Neto et al., 2010).

Assim, para serem comercializadas, as sementes de forrageiras precisam atender aos padrões de qualidade estabelecidos para a espécie (Brasil, 2008). Estes padrões foram inseridos com o objetivo de evitar a comercialização de produtos de qualidade deficitária. As categorias para comercialização de sementes são definidas pelo Sistema Nacional de Sementes, que visa a fiscalização do material comercializado. Para isso as sementes devem atender os padrões de pureza e germinação de acordo com a Instrução Normativa n° 30, de 21 de maio de 2008, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Esses padrões permitem a comercialização de sementes forrageiras de C1 (primeira geração) e C2 (segunda geração) com germinação e pureza mínima de 30 e 40% para capim-buffel (*Cenchus ciliares* L.), de 60 e 60% para capim-marandu (*B. brizantha*) e 25 e 40% para capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth), respectivamente (Brasil, 2008).

Há certa dificuldade de se encontrar no mercado brasileiro sementes de algumas

espécies forrageiras como o capim-buffel e o capim-andropogon que atendam aos padrões de comercialização de sementes forrageiras, comparativamente às demais gramíneas forrageiras comercializadas. Tal fato pode estar associado à dormência das sementes, mecanismo de adaptação relevante em regiões com restrições pluviométricas, mas que impede as sementes recém-colhidas atingirem padrões legais de comercialização.

Apesar de as sementes não germinarem, a dormência tem sido considerada como uma adaptação evolutiva necessária à sobrevivência das espécies. Como o capim-buffel é amplamente cultivado em regiões áridas tropicais e subtropicais em todo o mundo, devido a sua alta tolerância a seca (Marshall et al., 2012), as distribuições temporais de dormência em suas sementes pode ser um indicativo de adaptação das plantas ao meio.

Lotes de sementes de forrageiras com elevado percentual de dormência poderão resultar em baixa densidade de plantas no estabelecimento do pasto, permitindo o aumento da população de plantas daninhas nas áreas de pastagens (Laura et al., 2005). Nessas condições, haverá aumento dos custos para estabelecimento da pastagem, seja com a maior necessidade de sementes por área ou com as práticas para o controle da população de plantas daninhas.

A dormência de sementes pode ser definida comofenômeno consiste em um bloqueio temporal intrínseco ao término da germinação que fornece um período adicional para a dispersão da semente a distâncias geográficas maiores, ou para o ciclo de dormência sazonal no banco de sementes no solo (Taiz e Zeiger, 2017). Pode ser classificada em primária ou secundária. A dormência primária, característica de gramíneas forrageiras, é influenciada pelas características genéticas, ou seja, as sementes são liberadas pela planta mãe em estado dormente. Já na dormência secundária, as sementes são liberadas da planta em estado não dormente, mas sob condições desfavoráveis para a germinação, tornam-se dormentes.

Poucos estudos fornecem resultados relativos à variabilidade da qualidade e viabilidade das sementes de espécies forrageiras. No entanto, sabe-se que o período de armazenamento tem sido relatado como um fator de redução da taxa de sementes dormentes; como constatado por Eira (1993), em sementes de capim-andropogon, Barbosa et al. (1995), em sementes de *Brachiaria plataginea* e Condé e Garcia (1983) em sementes de *Panicum maximum.*

De acordo com Whiteman e Mendra (1982), nas gramíneas forrageiras tropicais a expressão da dormência nas sementes recém-colhidas se associa às causas fisiológicas, podendo ser superada durante o armazenamento; ou físicas, provavelmente relacionadas às restrições impostas pela cobertura da semente à entrada de oxigênio. Sementes recém-colhidas de *Brachiaria humidicola* devem permanecer armazenadas por 6 a 9 meses, como forma de reduzir a intensidade da dormência (Costa et al., 2011). Já em sementes de milheto, Gaspar e Nakagawa (2002) observaram incrementos nos valores de germinação

seis meses após o armazenamento em condições não controladas, sugerindo que esse incremento pode ser devido à superação da dormência ocorrida durante o período.

Gonzáles et al. (1994) também verificaram baixos valores de germinação das sementes de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk após a colheita, atingindo valores máximos de germinação após seis meses de armazenamento em condições ambientais.

Para Lacerda et al. (2010), os métodos recomendados para a superação dedormência em sementes de gramíneas são os tratamentos químicos, escarificação mecânica e tratamentos térmicos com o uso de temperaturas elevadas, sendo que a eficiência de cadatratamento é variável segundo a espécie.

Trabalhos de pesquisa com intuito de avaliar a dormência em sementes forrageiras são imprescindíveis, na medida em que podem apresentar alternativas para aumentar a eficiência de produção, além de disponibilizar informações importantes às empresas de comercialização e órgãos de fiscalização de sementes, para superar eventuais problemas relativos à comercialização de determinadas espécies.

2.1 Maturidade

O desenvolvimento e a maturação das sementes são aspectos importantes a serem considerados na tecnologia de produção de sementes, pois entre os fatores que determinam a qualidade das sementes estão às condições de ambiente predominantemente na fase de florescimento e a colheita na época adequada (Peske et al., 2012). Portanto, o conhecimento de como se processa a maturação das sementes e dos principais fatores envolvidos nesse processo é de fundamental importância para a orientação dos produtores de sementes (Dias, 2001).

A maturação da semente corresponde ao conjunto de transformações ocorridas no óvulo fertilizado até atingir a máxima potencialidade de desempenhar suas funções vitais, estando desligada da planta mãe (Carvalho e Nakagawa, 2012). Compreende todas as mudanças morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e funcionais que ocorrem desde a fecundação do óvulo até o momento da colheita (Berger et al., 2008; Hehenberger et al., 2012).

Vale ressaltar que estudo do processo de maturação é de fundamental importância para se definir o ponto ideal da colheita de sementes, pois o conhecimento de como ocorre o processo de maturação e dos principais fatores envolvidos é imprescindível para a orientação dos produtores de sementes, auxiliando no controle de qualidade, garantindo assim máxima produção e elevada qualidade fisiológica das sementes (Silva, 2013).

A maturidade fisiológica das sementes é determinada no período em que cessa o fluxo de substâncias fotossintetizadas da planta mãe para a semente, ou seja, quando o conteúdo de matéria seca é máximo (Carvalho e Nakagawa, 2012).

As forrageiras apresentam desuniformidade na emissão das inflorescências e florescimento irregular dentro das panículas. Assim, na época da colheita, apresentam sementes em diversos estádios de desenvolvimento e maturação, o que dificulta a determinação da época ideal de colheita para a obtenção de sementes de alta qualidade. Nesse contexto, Andrade (1983) ressalta que colheitas realizadas muito cedo, antes das sementes atingirem o ponto de maturação, terão uma baixa porcentagem de germinação e dificuldade na debulha da semente. Por outro lado, considerável perda de sementes em função da degrana pode ocorrer quando a colheita for realizada tardiamente.

Teoricamente, o ponto ideal para realizar a colheita das sementes seria na maturidade fisiológica, sendo caracterizada pelo máximo acúmulo de matéria seca, germinação e vigor. Porém, é preciso ressaltar que dependendo da espécie estudada, quando as sementes atingem o ponto de maturidade fisiológica, as mesmas se encontram com um teor de água elevado (variando de 30 a 40%), não permitindo uma colheita eficiente. A partir da maturidade fisiológica, o teor de água decresce rapidamente até um ponto em que começa a oscilar de acordo com a umidade relativa do ar, o que indica que a partir daí a planta mãe não exerce mais influência sobre a umidade das sementes (Silva, 2013).

Como a evolução da maturação é controlada por inúmeros fatores ambientais interdependentes se torna muito difícil recomendar com exatidão o momento da colheita. Em realidade a colheita deverá iniciar-se no momento que se visualize a maioria das inflorescências ou frutos aptos para a colheita. Uma relação de características deve ser considerada para o acompanhamento da maturação e definição do momento da colheita, tais como: data de ocorrência da antese total; cor das inflorescências; cor dos pedúnculos florais; grau de umidade das sementes; consistência do endosperma; alterações na composição química das sementes; início da degrana na parte extrema da inflorescência (Maia, 2007) e outras características que auxiliem na determinação do momento da colheita

Se as sementes permanecerem no campo até atingir a umidade ideal para colheita, pode maximizar os efeitos da deterioração, visto que, quanto maior o tempo decorrido entre o ponto de maturação e a colheita, mais sujeita está a semente às adversidades climáticas e ao ataque de pragas e microorganismos.

Diversos estudos têm demonstrado a época ideal de colheita para algumas forrageiras. Assim, Zago et al. (1984) determinaram que o momento ideal para a colheita das sementes de *Andropogon gayanus* foi 25 dias após o início da emissão das panículas, e 32 e 28 dias para setária (*Setaria* sp.) e cv colonião (*Panicum maximum*), respectivamente. Enquanto Andrade et al. (1974) recomendam colher as sementes de capim gordura (*Melinis minutiflora*) 28 dias após o início do florescimento. Favoretto e Toledo e Filho (1975) determinaram de 28 a 35 dias após a emissão do florescimento o intervalo adequado para a realização da colheita das sementes de capim-colonião (*Panicum maximum*), e Condé e Garcia (1983) de 32 a 38 dias para *Brachiaria decumbens* cv. IPEAN. Condé e Garcia (1998)

verificaram que a maturidade fisiológica das sementes do capim-andropógon ocorreu entre os 32 e 38 dias após início da emergência das inflorescências.

No entanto, além da necessidade de estudos recentes, percebe-se uma carência de informações na literatura sobre o processo de maturação e a época ideal de colheita de sementes de espécies forrageiras como o capim-buffel, indicando a necessidade de pesquisa.

A maturidade fisiológica da planta definirá a máxima qualidade das sementes, que a partir deste ponto começa o processo de deterioração, podendo ser retardada, pelas condições de manejo adequado. Com exceção da condição sanitária da semente, não é possível melhorar a qualidade das mesmas após a colheita, necessitando assim um alto controle e monitoramento da produção.

As sementes apresentam atributos como organismo biológico e insumo agrícola, sendo de grande importância, pois conduz ao campo as características genéticas responsáveis ao crescimento das plantas e, ao estabelecimento do estande desejado, gerando a base para a produção rentável (Marcos Filho, 2015). No geral, sementes colhidas antes ou após a maturidade fisiológica podem apresentar baixo potencial de germinação e vigor (Carvalho e Nakagawa, 2012).

2.2 Colheita de sementes de forrageiras

Dentre os fatores que afetam a qualidade das sementes, destaca-se a colheita que, especialmente em sementes de forrageiras, é dificultada pela desuniformidade no florescimento, maturidade das sementes e pela degrana (Maschietto et al., 2003). Isso é decorrente da antese iniciar no ápice da panícula e continuar até a base, causando variação no período de florescimento dentro da mesma inflorescência, de forma que, quando as sementes maduras do ápice começam a cair, muitas flores da base ainda não expulsaram suas anteras.

A "degrana natural" das sementes seria o resultado do rompimento de uma camada de abscisão que forma-se imediatamente abaixo das glumas. Essa ruptura ocorre na maturidade fisiológica das sementes, o que pode servir de indicativo visual para que seja efetuada a colheita das sementes de gramíneas forrageiras.

Em espécies que apresentam desuniformidade na emissão das inflorescências, como é o das gramíneas forrageiras, adquirir sementes de elevada qualidade fisiológica se torna ainda mais difícil devido à emissão das inflorescências ocorrerem sequencialmente, acarretando dúvidas quanto realizar a colheita parcelada ou realizar a colheita única, o que pode acarretar em perdas de qualidade das sementes em função de sua permanência no campo, após a maturidade fisiológica ter sido atingida.

A produção de sementes das espécies de gramíneas forrageiras requer alguns conhecimentos básicos, dentre os quais se destaca a época de colheita, pois se sabe que

maiores rendimentos de sementes de forrageiras de elevada qualidade são obtidos quando estas são colhidas no período adequado. A produção e o uso de sementes de qualidade superior asseguram o sucesso no estabelecimento da exploração das pastagens.

Em relação aos métodos de colheita de sementes de forrageiras cita-se a colheita manual, de varredura, no pano, colheita semi mecanizada e mecaniza. Recomendado para Jaraguá, gordura, setária e Andropogon, a colheita manual consiste no corte das inflorescências com auxílio de um cutelo ou instrumento similar, a 15-20 cm abaixo do início da inflorescência. Após o corte das inflorescências, estas devem ser empilhadas em galpões ou mesmo no campo, para se efetuar o “chegamento” ou “cura” (3 a 7 dias) da semente. Esse processo consiste, em geral, em se empilharem as inflorescências em feixes, colocando-se de dois lados, de modo que os ápices das panículas se encontrem. Devem-se cobrir as pilhas como colmos ou folhas secas, formando camadas de mais ou menos 10 cm. A altura das pilhas não deve ultrapassar a 1m. Dois a quatro dias são suficientes para o processo de “cura”. Após o tempo de “cura”, os feixes são batidos manualmente, sobre telas ou ao chão ou trilhados em trilhadeiras estacionárias (Macêdo e Favoretto, 1984).

Nos campos de produção a maior parte das sementes de gramíneas forrageiras tropicais é colhida por varredura do solo (Nery et al., 2012). Este método consiste permitir que todas as sementes produzidas pelas plantas caiam e se acumulem sobre a superfície do solo ou em meio ás plantas. A seguir, faz-se corte e remoção das plantas, seguido de varredura de todo o material acumulado sobre a superfície do solo que, neste processo é amontoado e, a seguir, faz-se seu peneiramento.

Uma das vantagens no processo de colheita pelo método de varredura é devido não ser necessário o processo de secagem, pelo fato das sementes apresentarem teores de água inferior a 10%. No entanto, o sucesso deste método depende, entre outros fatores, da existência de estação seca bem definida, pois o período de chuva na colheita afeta negativamente a qualidade fisiológica das sementes. Carvalho e Nagawava (2012) recomendam realizar a colheita no ponto de máxima matéria seca da semente, para evitar perdas provenientes das adversidades do ambiente de campo, podendo ocorrer possível deterioração nas sementes.

Outro fator limitante é a textura do solo, pois a presença de pedriscos e torrões, encontrados em solos argilosos, pode dificultar a obtenção de lotes de sementes com a percentagem de pureza física desejada (Souza, 2001).

A colheita no pano é recomendada para colonião. As plantas, geralmente de porte alto, são formadas em linhas espaçadas de 4 m, espaço esse que é mantido no limpo por meio de cultivos. Na época da produção de sementes são colocados lençóis de pano ou de plástico de 10,00 x 3,60 m entre linhas, e os trabalhadores munidos de varas compridas forçam as plantas para o interior das ruas, sacodem-nas e provocam a queda das sementes no pano (Macêdo e Favoretto, 1984).

A colheita semi mecanizada é um método que pode ser utilizado em leguminosas, em que as operações de corte e trilha são realizadas manualmente ou mecanicamente, de forma parcial (Macêdo e Favoretto, 1984). O corte manual é feito com cautela e o mecânico pelo emprego de segadeira. A trilha ou bateção manual é realizada com auxílio de varas de pau ou bambu e a trilha mecânica, por trilhadeiras estacionárias ou de colheitadeiras automotrizes.

Quanto à colheita mecanizada, Macêdo e Favoretto (1984) citam que as colheitadeiras automotrizes têm sido empregadas em áreas mais extensas. A eficiência de seu emprego depende do manejo da área, de adaptação e regulagens na máquina bem como da experiência do operador. Outra maneira de colher sementes de gramíneas é por meio do corte com ceifadeiras e do enleiramento da planta com inflorescência. Após o período de "cura", o material é trilhado, geralmente, por meio de colheitadeiras automotriz. Este processo constitui um método caro e na prática é pouco viável, em virtude do gasto excessivo com combustível e empate de capital com máquinas.

3 | CONSIDERAÇÕES GERAIS

Uma das limitações encontradas para o cultivo de sementes de espécies forrageiras se refere a fatores que dificultam a obtenção de altas produções de sementes de boa qualidade, tais como a desuniformidade no florescimento, elevada degrana natural e a dormência das sementes. Assim, estudos relacionados ao processo de maturação e colheita de sementes destas espécies são fundamentais para se estabelecer o ponto em que as sementes atingem a máxima qualidade e determinar a época ideal de colheita. Assim, a utilização eficiente de pastagens exigirá cada vez mais sementes forrageiras de elevada qualidade genética, física, fisiológica e sanitária, o que somente o manejo adequado dos campos de produção poderá atender de forma eficiente a demanda da pecuária nacional.

REFERÊNCIAS

ABIEC (2018). Perfil da pecuária no Brasil. **Relatório anual**. Disponível em: http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf. Acesso em: 12 de julho de 2017.

ANUALPEC (2008). **Anuário da pecuária brasileira**. (Informa Economics FNP: São Paulo).

ANUALPEC (2014). **Anuário da pecuária brasileira**. (Informa Economics FNP: São Paulo).

ANUALPEC (2017). **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: Instituto FNP Consultoria & Comércio, 378p.

ANDRADE, L. F.; FERREIRA, J. G.; CARVALHO, N. M. de; FONSECA, J. R. (1974). Determinação da época de colheita de sementes de capim-gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv.). **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 3(1):19-103.

ANDRADE, R.V. (1983). Épocas de colheita, produção e qualidades de sementes de capim-gordura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, 5(2): 9-22.

ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B.; CAMPOS, P. R. S. S. (2008). Melhoramento genético de plantas forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Archivos de Zootecnia**, Córdoba, 57(2): 61-76.

BARBOSA, J. M.; SILVA, T. S.; BARBOSA, L. M.; BARBEDO, C. J.; SANTOS, M. R. O. (1995). Germinação e emergência de plântulas de gramíneas (*poacea*) invasoras: *brachiaria plantaginea* (Link) Hithc e *Eleusine indica* (L) Gaertn. **Ecossistem**a, 20: 10-18.

BERGER, F.; HAMAMURA, Y.; INGOUFF, M.; HIGASHIYAMA, T. (2008). Double fertilization - caught in the act. **Trends in Plant Science**, 13(8): 664-670.

BRASIL. (2008). Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento Gabinete do Ministro. **Instrução Normativa nº 30, de 21 de maio de 2008**. Publicado no Diário Oficial da União, Poder Executivo, 23 de maio de 2008, Seção 1, p. 45.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. (2012). **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p.

CONDÉ, A. R.; GARCIA, J. (1983). Influência da época de colheita sobre a produção e qualidade de sementes de capim brachiaria (*Brachiaria decumbens* cv. IPEAN). **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 12(1): 115-121.

CONDÉ, A. R.; GARCIA, J. (1998). Maturação fisiológica das sementes de capim andropogon. **Revista Brasileira de Sementes**, 10(1): 87-94.

COSTA, C. J.; ARAÚJO, R. B.; VILLAS BÔAS H. D. C. (2011). Tratamentos para a superação de dormência em sementes de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, 41(4): 519-524.

DIAS, D.C.F. (2001). Maturação de sementes. **Seed News**, Pelotas, 5(6): 22-24.

EIRA, M.T.S. (1983). Comparação de métodos de quebra de dormência em sementes de capim andropogon. **Revista Brasileira de Sementes**, 5(3): 37-49.

FAVORETTO, V.; TOLEDO, F. F. (1975). Determinação da época mais adequada para colheita de sementes de capim colonião (*Panicum maximum* Jacq). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 4(1): 49-69.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. (2010). A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**. 20(1,2): 37-38.

GASPAR, M.C; NAKAGAWA, J. (2002). Influência do tamanho na germinação e no vigor de sementes de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, 24(1): 339-344.

GONZALEZ, Y.; MENDOZA, F.; TORRES, R. (1994). Efecto del almacenamiento y la escarificación quimica y mecanica sobre las semillas de *Brachiaria decumbens* cv. 'Basilisk'.Pastos y Forrajes, 17(1): 35-43.

HEHENBERGER, E.; KRADOLFER, D.; KÖHLER, C. (2012). Endosperm cellularization defines an important developmental transition for embryo development. **Development**, 139(11): 2031-2039.

JANK, L.; BARRIOS, S. C.; VALLE, C. B. do.; SIMEÃO, R. M.; ALVES, G. F. (2014). The value of improved pastures to Brazilian beef production.**Crop&Pasture Science**, 65(11): 1132-1137.

JOSÉ, M.R. (2012). **Forrageiras: uma grande parceira para o agronegócio**. Associação Brasileira de Sementes e Mudas. Anuário 2012, p. 22–23.

LACERDA, M .J. R. et al. (2010). Superação da dormência de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Semina**: Ciências Agrárias, 31(4): 823-828.

LAURA, V. A.; HARADA, T. N.; CONTIJO NETO, M. M.; DO VALLE, C. B.; KOBAYASHI, A. B. (2005). Efeitos do ácido giberélico sobre a germinação de cultivares de *Brachiaria humidicola*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Resumos**... Goiânia, 2005.

MACÊDO, G. A. R.; FAVORETTO, V. (1984). Métodos de colheita de sementes de forrageiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 111(10): 22-26.

MAIA, M. S. (2007). Forrageiras tropicais e subtropicais. In: **Produção de sementes de forrageiras**. MOLITERNO, H.; AMATO, A. P. P.; ARTOLA, A.; MAIA, M. S. (Tutores). Brasília: ABEAS; Pelotas: UFPel, p. 57.

MARCOS FILHO, J. (2015). **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, 659p.

MARSHALL, V. M.; LEWIS, M. M.; OSTENDORF, B. (2012). Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: A review. **Journal of Arid Environments**, GlenOsmond, 78(1): 1-12.

MASCHIETTO, R. W.; NOVEMBRE, A. D. L. C.; SILVA, W. R. (2003). Métodos de colheita e qualidade das sementes de capim colonião cultivar mombaça. **Bragantia**, Campinas, 62(2): 291-296.

NERY, M. C. NERY, F. C.; SILVA, D. R. G.; SOARES, F. P. (2012). Produção de sementes forrageiras. Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência do Solo. **Boletim Técnico**, n.88, p. 1-47.

NOGUEIRA, M. P.; AGUIAR, D. de A. (2013). Por uma intervenção mais racional: Rally da Pecuária detecta intenção de reforma além da necessidade. **Revista DBO 10**, 116–118.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. (2012). Sementes: **Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 3.ed. Pelotas: Editora Universitária/ UFPel, 573p.

SILVA, M. I. de. L. (2013). **Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de pimenta (*capsicum baccatum* L.), cv. Dedo-de-moça em função do estádio de maturação dos frutos**. 62 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.

SOUZA, F. H. D. de. (2001). **Produção de sementes de gramíneas forrageiras tropicais.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudoeste, 43 f. (Embrapa Pecuária Sudoeste. Documento, 30).

WHITEMAN, P. C.; MENDRA, K. (1982). Effects of storage and seed treatments on germination of *Brachiaria decumbens*. **Seed Science and Technology**, Zürich, 12: 233-242.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. (2017). **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 858 p.

TOLEDO, F. F. de; FILHO, J. M. (1977). **Manual das sementes**: tecnologia da produção. São Paulo: Agroceres, 24p.

ZAGO, G. P.; NASCIMENTO,J. R. D.; ALVARENGA, E. M. (1984). Produção de sementes de forrageiras. Efeito da época de colheita nos capins andropogon, setária e colonião. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 13(1): 463-469.

CAPÍTULO 7

FORMAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS

Data de aceite: 11//10/2021

Marina Aparecida Lima
Gerente de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) no Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS), Brasília, Distrito Federal, Brasil, https://orcid.org/0000-0001-8993-9775

Hemython Luis Bandeira do Nascimento
Pesquisador I, Instituto de Ciência e Tecnologia COMIGO, Rio Verde, Goiás, Brasil, https://orcid.org/0000-0002-5155-8798

Dilermando Miranda da Fonseca
Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, http://orcid.org/0000-0003-2045-0466

Domingos Sávio Campos Paciullo
Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil, https://orcid.org/0000-0002-1016-328X

Fernanda Helena Martins Chizzotti
Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, https://orcid.org/0000-0002-5903-8172

RESUMO: O objetivo do capítulo é conscientizar o leitor sobre alguns cuidados que devem ser observados e seguidos durante a formação e manejo de uma pastagem, de maneira a buscar alta eficiência na produção animal de forma sustentável. O objetivo principal durante as etapas da formação e manejo de uma pastagem, é que esta seja estabelecida e que persista produtiva ao longo do tempo de forma sustentável. Dessa forma, a formação de uma pastagem deve ser encarada como um investimento, que vai ser diluído ao longo do tempo. As etapas descritas neste capítulo, são imprescindíveis para o sucesso na atividade. Apesar do crescente reconhecimento por parte de produtores de que as pastagens devem ser cultivadas com maiores investimentos, ainda encontramos grandes áreas em processo de degradação no Brasil. De fato, uma pastagem mal formada e manejada, tende a gerar maior custo e depreciação do sistema. Esse cenário é caracterizado muitas vezes por falta de conhecimento e transferência de tecnologias entre os profissionais e produtores.

PALAVRAS-CHAVE: controle de plantas daninhas; estabelecimento; fertilizantes; manejo do pastejo; manejo da produção; solos

PASTURE FORMATION AND MANAGEMENT

ABSTRACT: The objective of the chapter is to make the reader aware of some precautions that must be observed and followed during the formation and management of a pasture, in order to seek high efficiency in animal production in a sustainable way. The main objective during the stages of formation and management of a pasture is that it is established and that it remains productive over time in a sustainable way. Thus, the formation of a pasture must be seen as an investment, which will be diluted over time. The steps described in this chapter are essential for success in the activity.

Despite the growing recognition by producers that pastures must be cultivated with greater investments, we still find large areas in the process of degradation in Brazil. In fact, a poorly formed and managed pasture tends to generate higher costs and system depreciation. This scenario is often characterized by a lack of knowledge and technology transfer between professionals and producers.
KEYWORDS: establishment; grazing management; production management; soils; fertilisers; weed control

1 | INTRODUÇÃO

As forrageiras representam a forma mais prática e econômica para alimentação de ruminantes, sendo a pecuária brasileira sustentada em aproximadamente 162 milhões de hectares de pastagens cultivadas e/ou nativas (ABIEC, 2019). Estima-se que 90% dos nutrientes exigidos pelos ruminantes sejam obtidos através do pastejo (EUCLIDES et al., 2010). Dessa forma, o cultivo de plantas forrageiras assume importante papel na cadeia produtiva de carne e leite (JANK et al., 2013).

Apesar dos avanços na eficiência de utilização das pastagens no Brasil, com o lançamento de novas espécies e/ou cultivares forrageiras mais produtivas e técnicas eficientes, grande parte das áreas de pastagem ainda se encontram em processo de degradação. Segundo Dias-Filho (2014), estima-se que mais de 50% dessas áreas de pastagens encontram-se em algum estágio de degradação, apresentando baixa produção de forragem e desempenho animal, como consequência de práticas inadequadas durante a formação e manejo das pastagens.

Neste capítulo, procuramos conscientizar o leitor sobre alguns cuidados que devem ser observados e seguidos durante a formação e manejo de uma pastagem, de maneira a buscar alta eficiência na produção animal de forma sustentável.

2 | FORMAÇÃO DE PASTAGEM

O sucesso na formação de uma pastagem, depende do conhecimento, planejamento e projeção das atividades. Os investimentos realizados na formação de pastagens devem ser considerados como uma das atividades mais importantes sob o ponto de vista econômico, que vai ser diluído ao longo do tempo. Os custos para a formação de uma pastagem podem variar de acordo com o nível de tecnológico aplicado. Segundo dados da SCOT CONSULTORIA (2018), o custo médio para formar um hectare de pasto em monocultivo, com alta tecnologia, é de aproximadamente R$1.900,00. Dessa forma, o produtor deve minimizar os erros durante estas etapas.

Alguns critérios devem ser levados em consideração para garantir sucesso na atividade, como:

2.1 Escolha da espécie forrageira

A escolha da espécie forrageira não é uma tarefa fácil, principalmente pelo grande número de espécies e/ou cultivares disponíveis no mercado. Segundo EVANGELISTA et al. (2013), a escolha da espécie forrageira requer análise cuidadosa das condições climáticas da região, solo, topografia, finalidade de uso e condição socioeconômica do produtor para que a pastagem seja produtiva e persista ao longo do tempo. Desta forma, algumas características devem ser levadas em consideração na escolha da espécie forrageira, como:

- Tolerância à acidez do solo, seca, geada, inundação periódica, pragas e doenças. Algumas pastagens não se mantem produtivas ao longo do tempo por terem sido formadas com espécies não adaptadas as condições de clima e solo. Como exemplo, uma forrageira de alta exigência em fertilidade do solo em solos de baixa fertilidade.

- Compatibilidade entre espécies quando o objetivo é formar pastos consorciados;

- Forma de crescimento, ou seja, refere-se a morfologia das plantas, que podem ser cespitosas (formam touceiras com crescimento vertical ao solo) ou estoloníferas (rasteiras com colmos desenvolvendo-se paralelamente ao solo). As espécies estoloníferas proporcionam melhor cobertura do solo e, consequentemente, reduzem riscos de erosão, principalmente em áreas com relevo ondulado a montanhosos;

- Capacidade de produzir sementes, indicando que essa espécie proporcionará um banco de semente ao longo do tempo e bom stand de plantas;

- Potencial produtivo da espécie forrageira, que geralmente está relacionado com a exigência da espécie, forrageiras mais produtivas, necessitam de maior aporte de recursos de crescimento (umidade, radiação solar e nutrientes), para expressar seu potencial produtivo;

- Potencial qualitativo, que está relacionado com o consumo e digestibilidade da forrageira;

- Período de estabelecimento, que está relacionado com a rápida cobertura do solo, ou seja, algumas espécies apresentam lento crescimento inicial, deixando o solo descoberto por um período de tempo maior, e consequentemente, mais vulnerável a erosão e infestação de plantas daninhas;

- Capacidade de rebrota após o corte e pastejo, é desejável que seja rápida;

- Preferência pelo animal, que consiste na aceitabilidade de uma planta ou par-

tes dela pelo animal, sem causar danos a sua saúde (não conter compostos tóxicos).

Nas tabelas 1, 2 e 3 estão apresentadas adaptações de algumas espécies de gramíneas e leguminosas a determinadas condições climáticas e de solo, e que devem ser analisadas na tomada de decisão na escolha da forrageira a ser implantada.

Gramíneas	Tolerância			
	Frio	Seca	Inundação	Cigarrinha
Urochloa brizantha cv. Marandu	Média	Média	Baixa	Média
Urochloa brizantha cv. Xaraés	Baixa	Média	Média	Média
Urochloa brizantha cv. Piatã	Baixa	Média	Baixa	Média
Urochloa brizantha cv. Paiaguás	Baixa	Alta	Baixa	Baixa
Urochloa spp. cv. Ipyporã	Baixa	Média	Baixa	Alta
Urochloa decumbens	Média	Média	Baixa	Baixa
Urochloa humidicola	Média	Média	Alta	Média
Urochloa ruziziensis	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
Cynodon nlemfuensis	Média	Média	Média	Média
Cynodon dactylon cv. Coastcross	Boa	Boa	Baixa	Boa
Megathyrsus maximus cv. Quênia	Média	Média	Baixa	Alta
Megathyrsus maximus cv. Zuri	Média	Média	Média	Alta
Megathyrsus maximus cv. Tamani	Média	Média	Baixa	Alta
Megathyrsus maximus cv. Mombaça	Média	Média	Baixa	Alta
Megathyrsus maximus cv. Tanzânia	Média	Média	Baixa	Alta
Megathyrsus maximus cv. Massai	Baixa	Média	Baixa	Alta
Paspalum atratum	Média	Média	Alta	Média
Andropogon gayanus	Alta	Alta	Fraca	Média
Pennisetum purpureum	Média	Baixa	Baixa	Média

Tabela 1. Características de adaptação de gramíneas a condições climáticas e pragas.

Adaptado: Fonseca e Martuscello (2010); Jank et al. (2013); Evangelista et al. 2013; Jank et al. (2017).

Leguminosas	Exigência em fertilidade	Tolerância		
		Frio	Seca	Inundação
Calopogonium mucunoides	Baixa a média	Baixa	Alta	Média
Medicago sativa	Alta	Alta	Média	Baixa
Stylosanthes spp.	Baixa	Boa	Alta	Baixa
Leucaena leucocephala	Alta	Média	Alta	Baixa
Cajanus cajan	Baixa a média	Média	Alta	Baixa
Arachis pintoi	Baixa a média	Média	Média	Média
Stizolobium aterrimum	Baixa a média	Média	Alta	Baixa

Tabela 2. Adaptações de leguminosas às condições climáticas e de solo.

Adaptado: Fonseca e Martuscello (2010; Evangelista et al. (2013).

Gramíneas	Exigência em Fertilidade	Proteção do Solo
Urochloa brizantha cv. Marandu	Média	Média
Urochloa brizantha cv. Xaraés	Média	Média
Urochloa brizantha cv. Piatã	Média	Média
Urochloa brizantha cv. Paiaguás	Média	Alta
Urochloa spp. cv. Ipyporã	Média	Alta
Urochloa decumbens	Baixa	Alta
Urochloa humidicola	Baixa	Alta
Urochloa ruziziensis	Média	Alta
Cynodon nlemfuensis	Alta	Alta
Cynodon dactylon cv. Coastcross	Alta	Alta
Cynodon spp cv. tifton 85	Alta	Alta
Megathyrsus maximus cv. Quênia	Alta	Baixa
Megathyrsus maximus cv. Zuri	Alta	Baixa
Megathyrsus maximus cv. Tamani	Alta	Baixa
Megathyrsus maximus cv. Mombaça	Alta	Baixa
Megathyrsus maximus cv. Tanzânia	Alta	Baixa
Megathyrsus maximus cv. Massai	Média	Baixa
Paspalum atratum	Baixa a média	Média
Andropogon gayanus	Baixa	Média
Pennisetum purpureum	Alta	Baixa

Tabela 3. Características de gramíneas em relação à fertilidade e cobertura do solo.

Adaptado: Fonseca e Martuscello (2010); Jank et al. (2013); Evangelista et al. (2013).

2.2 Amostragem e análise da fertilidade do solo

Após definir a área e espécie forrageira a ser utilizada, a amostragem do solo é de fundamental importância para conhecimento das características físicas e químicas do mesmo, e a partir dessas informações, definir as doses recomendadas de corretivos e fertilizantes a serem aplicados. No entanto, essa prática tem sido pouco valorizada e representa em torno de 1% dos gastos realizados na correção e adubação de pastagens (SANTOS e FONSECA, 2016). Em relação a época de amostragem, é recomendado que seja realizada com três meses de antecedência à semeadura ou plantio, para que o produtor possa realizar a aquisição e aplicação dos insumos para correção da acidez do solo, caso necessário. Em pastagens manejadas de forma intensiva, a amostragem deve ser realizada anualmente no final da estação de crescimento.

A escolha da profundidade da camada a ser amostrada depende do histórico de uso da área, ou seja, se não há conhecimento, recomenda-se realizar a amostragem em camadas mais profundas, como exemplo, de 0-20, 20-40 e 40-60 cm (CANTARUTTI et al., 1999). Se houver histórico de uso, a amostragem pode ser realizada na camada de

0-20 cm de profundidade. As amostras de solo devem ser obtidas de forma a expressar adequadamente as características da área a ser cultivada. Dessa forma, a área a ser amostrada deve ser dividida em talhões ou glebas não maior que 20 hectares e com características homogêneas (relevo, textura do solo, vegetação, histórico de uso da área, entre outros fatores). Os trados holandês e tipo sonda são as ferramentas mais comuns e recomendadas para amostragem de solo. Em cada talhão ou gleba, devem ser coletadas de 20 a 30 amostras simples de cada profundidade de forma aleatória por meio de deslocamento em zigue-zague (CANTARUTTI et al., 1999). Após a coleta, as amostras simples de cada talhão ou gleba devem ser homogeneizadas, formando uma amostra composta. Cerca de 500g das amostras compostas devem ser encaminhadas para laboratório com certificação contendo a identificação do talhão, o nome da propriedade, nome do produtor, localidade, profundidade e data de amostragem. Recomenda-se não coletar amostras próximo à cochos de suplementação, bebedouros, árvores, formigueiro e cupinzeiro, bem como não utilizar recipientes sujos para coletar e armazenar as amostras de solo.

2.3 Métodos de preparo do solo

Dentre os métodos de formação de pastagens pode-se destacar o preparo do solo através do plantio convencional, caracterizado pela utilização de aração e gradagem. O preparo convencional, além de necessitar de maior quantidade de energia para sua realização, apresenta custo mais elevado em relação ao sistema de plantio direto. É caracterizado por deixar o solo sob ação erosiva da chuva e do vento, permitindo perda de solo e depreciação da propriedade rural. O preparo do solo com o sistema de plantio direto, é caracterizado pelo preparo mínimo do solo e manutenção de resíduos (palhada) da cultura antecessora para realização da semeadura. É uma técnica eficiente na conservação de solo e água. O sistema de plantio direto apresenta diversas vantagens, como a redução de erosão devido à proteção do solo, aumento da matéria orgânica e fertilidade do solo, propiciando condições favoráveis à atividade microbiológica, melhoria na estrutura do solo, retenção e infiltração da água no solo (preservação de sua umidade), bem como redução da ocorrência de plantas daninhas e promovendo, consequentemente, redução dos custos de produção. Além da redução do investimento com maquinários em relação ao preparo convencional.

3 | CORREÇÃO E ADUBAÇÃO PARA FORMAÇÃO DE PASTAGENS

A maioria dos solos brasileiros apresentam elevada acidez, altos teores de alumínio trocável e deficiência de nutrientes, principalmente fósforo, cálcio e magnésio (SANTOS e FONSECA, 2016). A correção com calcário tem como objetivo elevar o pH aos níveis de 6,0 a 6,5, fornecer cálcio e magnésio, além de proporcionar maior disponibilidade de nutrientes

para as plantas e reduzir os riscos de intoxicação pelo manganês, ferro e alumínio. O calcário deve ser incorporado ao solo antes da semeadura ou plantio com arado até 20 cm de profundidade, onde encontra a maior quantidade de raízes das forrageiras. O calcário é classificado em calcítico, magnesiano ou dolomítico quando apresenta menos de 5% de óxido de magnésio (%MgO), de 5-12% de MgO e acima de 12% de MgO, respectivamente. Na escolha do calcário, deve-se levar em consideração a concentração de magnésio no solo, o custo com o transporte e do poder de neutralização do calcário.

Durante a formação de uma pastagem, os principais nutrientes minerais requeridos em maiores quantidades (acima de 1.000 mg kg^{-1} de massa seca), classificados como macronutrientes, são: cálcio e magnésio (fornecido pela calagem), nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, e em menores quantidades (100 mg kg^{-1} de massa seca), classificados como micronutrientes, são: zinco, boro, manganês, ferro, cobre, molibdênio, cloro e níquel, que desempenham funções essenciais em processos enzimáticos e metabólicos, os quais limitam a produção das plantas se houver deficiência.

Os solos tropicais são caracterizados por apresentarem alto grau de intemperismo e baixa disponibilidade de fósforo, que é o nutriente responsável por promover rápido desenvolvimento do sistema radicular e consequentemente, maior absorção de nutrientes. Além disso, estimula o perfilhamento, promovendo rápida cobertura do solo. Em relação a utilização de fontes de fósforo, recomenda-se as que apresentam maior solubilidade, por serem disponibilizadas rapidamente para as plantas (SANTOS e FONSECA, 2016). Os adubos fosfatados que apresentam maior solubilidade são o superfosfato simples, superfosfato triplo, monoamônio fosfato (MAP) e diamônio fosfato (DAP). Sempre que possível, deve-se utilizar fontes que contenham em sua composição o enxofre. Como exemplo, o superfosfato simples, suprindo dessa forma, a exigência de fósforo e enxofre. Para aumentar a eficiência de utilização dos adubos fosfatados pelas forrageiras, recomenda-se misturar as sementes ao adubo no momento da semeadura ou de forma localizada, próximo as sementes ou mudas em sulcos ou covas. Essa mistura aos adubos fosfatados não causa danos às sementes devido ao baixo índice de salinidades dos mesmos. No entanto, é recomendado que seja realizado a mistura próximo a semeadura ou plantio e não ultrapasse a 24 h misturadas sem serem semeadas ou plantadas.

O potássio desempenha funções essenciais no metabolismo dos carboidratos e proteínas, estando diretamente relacionado com o desenvolvimento do sistema radicular e absorção de nutrientes. A adubação potássica deve ser realizada em cobertura, quando a forrageira estiver cobrindo acima de 60% do solo. Quando o solo possuir textura arenosa ou argila de baixa atividade ou locais com alta precipitação, as doses devem ser parceladas para reduzir as perdas por lixiviação. A principal fonte de potássio é o cloreto de potássio devido a maior concentração desse nutriente, que apresenta elevado índice de salinidade, não devendo ser misturado a semente durante a semeadura ou plantio.

O nitrogênio faz parte da composição da clorofila e tem papel fundamental na fotossíntese e é o principal nutriente responsável pelo aumento na produção e teor de proteína na forragem. Normalmente, as forrageiras respondem de forma crescente em produtividade ao aumento da aplicação de doses de adubos nitrogenados, que deve ser acompanhada pelo aumento da taxa de lotação para que não haja perdas na produção e qualidade da forragem. Os adubos nitrogenados devem ser aplicados em cobertura, quando a forrageira estiver cobrindo mais de 60% do solo. Em doses maiores que 50 kg ha^{-1} de N, a adubação deve ser parcelada, por exemplo, a cada 30 dias.

As principais fontes de nitrogênio são ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio. A ureia é mais utilizada por apresentar alto teor de nitrogênio e menor custo em relação às demais fontes. No entanto, grande parte do nitrogênio que é transformado em amônia quando a ureia é aplicada, é perdido por volatilização. Para diminuir as perdas, recomenda-se aplicações ao final do dia, ou quando houver grande probabilidade de chuvas ou irrigação após sua distribuição. O sulfato de amônio, além do nitrogênio, fornece enxofre e apresenta menor perda por volatilização. Já o nitrato de amônio, apresenta o nitrogênio na forma de amônio e nitrato. No entanto, não é recomendado sua aplicação em solos encharcados ou arenosos devido a perda do nitrato por lixiviação e para atmosfera na forma de N_2.

A utilização de fertilizantes protegidos é uma estratégia para evitar as perdas de nutrientes. A redução na volatilização de amônia da ureia tem sido obtida através de diferentes formas de tratamento através de fertilizantes de liberação lenta, acidificantes e fertilizantes estabilizados. Em relação aos fertilizantes de liberação lenta, os que se destacam no mercado são: ureia formaldeído, ureia isobutilaldeído e ureia crotonaldeído, que apresentam liberação gradual de nitrogênio para as plantas. Os acidificantes que apresentam benefícios quando misturados à ureia são o cloreto de amônio, nitrato de amônio, ácido fosfórico e ácido bórico. Segundo CANTARELLA (2007) o adubo que tem despertado maior interesse é a ureia fosfato (ureia + ácido fosfórico). Existem duas classes principais de fertilizantes estabilizados, os tratados com inibidores de nitrificação e os inibidores de urease. Os inibidores de nitrificação agem inibindo as taxas de nitrificação, impedindo a transformação de amônio (NH_4) em óxido nitroso (N_2O), preservando o nitrogênio na forma amoniacal que é menos propenso a lixiviação. Em relação aos inibidores de urease, o NBPT (tiofosfato de N-n-butiltriamida) tem apresentado resultados promissores na redução das perdas por volatilização por três a cinco dias da aplicação.

O enxofre é demandado em menor quantidade e as principais fontes são o enxofre elementar, superfosfato simples, sulfato de amônio, sulfato de potássio e o gesso agrícola. Recomenda-se aplicar, quando necessário, 30 kg ha^{-1} de S.

Os micronutrientes, também demandados em menores quantidades, são aplicados ao solo por fontes inorgânicas, como, os fosfatos, sulfatos, cloretos e nitratos ou FTE (*Fritted Trace Elements*), que são misturas contendo os micronutrientes. Recomenda-se

a aplicação de 30 a 50 kg ha^{-1} de FTE à lanço, seguida de gradagem para incorporação ou misturado ao adubo fosfatado no momento da semeadura. Os micronutrientes devem ser aplicados a lanço, ou misturados ao adubo fosfatado durante a semeadura ou plantio.

A aplicação de adubos deve ser realizada quando o solo apresenta adequada disponibilidade de umidade, que normalmente ocorre no período das águas (outubro a março). Na escolha do adubo a ser utilizado, deve levar em consideração fatores inerentes ao solo, época de aplicação e custo do adubo.

No Brasil, para calcular a quantidade de corretivos e adubos a serem aplicados, são utilizados métodos baseados nos resultados da análise de solo, bem como nas características das forrageiras e nos níveis tecnológicos a serem adotados, segundo manuais de recomendação como a 5ª Aproximação do Estado de Minas Gerais (CANTARUTTI et al., 1999), o Boletim 100, do Instituto Agronômico de Campinas (WERNER et al., 1996) e da Embrapa Cerrados (VILELA et al., 2002).

Na Tabela 4 estão apresentadas as doses de adubos recomendadas durante a formação das pastagens de acordo com os manuais.

Recomendação	**Formação**	
	Faixa de aplicação	Critério de aplicação
	kg ha^{-1} de N	
São Paulo	40	20-40 dias após germinação
Embrapa Cerrados	40-50	MO[1] + 1,6 dag/kg 75% cobertura
Minas gerais	0-150	NT[2] 60% de cobertura do solo
kg ha^{-1} de K_2O		
São Paulo	20-80	EN[3]
Embrapa Cerrados	20-60	EN[3]
Minas gerais	20-60	NT[2]
kg ha^{-1} de P_2O_5		
São Paulo	20-150	EN[3]
Embrapa Cerrados	20-180	EN[3]
Minas gerais	15-120	NT[2]

Tabela 4. Recomendações de aplicação de nitrogênio (N), fósforo (K_2O) e potássio (P_2O_5) durante a formação de pastagens segundo os manuais de São Paulo, Embrapa Cerrados e Minas Gerais.

[1]MO = matéria orgânica; [2]NT= de acordo com o nível tecnológico; [3]EN = de acordo com a exigência nutricional da forrageira.

Fonte: MACEDO, 2004 (Adaptado de SANTOS e FONSECA, 2016).

4 | QUALIDADE DAS SEMENTES E MUDAS

As sementes utilizadas para a formação de pastagens devem ser adquiridas em empresas idôneas e certificadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Além disso, devem ser armazenadas em locais com temperatura e umidade relativa do ar adequada e distante de fertilizantes e de preferência em estrados. A qualidade das sementes é de extrema importância pois o objetivo principal é que estas, originem plantas vigorosas e que promovam rápida cobertura do solo. A presença de impurezas em lotes de sementes incluindo sementes de plantas daninhas e de forrageiras indesejáveis é decorrente de ausência de controle no campo de produção e no beneficiamento de sementes. Nesse sentido, quanto mais beneficiadas forem as sementes, menor será o teor de impurezas e maior será o seu custo.

O valor cultural é um dos principais atributos a serem observados durante a aquisição das sementes, sendo definido como o percentual do peso das sementes que são livres de impurezas e aptas a germinar em condições adequadas de cultivo, calculado pela fórmula abaixo:

$$\text{Valor Cultural (VC)} = \frac{\%\,\text{Pureza} \times \%\,\text{Germinação}}{100}$$

Por lei, embalagens de sementes forrageiras devem apresentar em seu rótulo os valores mínimos garantidos de pureza, germinação e valor cultural. No entanto, é recomendado que o produtor envie uma amostra das sementes para análise laboratorial antes de realizar a semeadura. Uma alternativa à análise laboratorial, é a realização do teste de qualidade das sementes que consiste em amostrar sementes de diferentes sacos de um lote, homogeneizar e retirar uma quantidade conhecida, por exemplo, 100 g. Dessa quantidade, deve ser realizada a separação de impurezas e sementes, obtendo-se assim a percentagem de sementes puras (%Pureza). Com as sementes puras, realiza-se o teste de germinação, mediante o semeio de 100 sementes em um recipiente contendo algum substrato umedecido (solo, areia ou algodão). Após 10 a 15 dias de plantio, as plantas que germinaram devem ser contadas e constituem a percentagem de germinação (%Germinação). É um teste simples, e garante a correta quantidade de sementes que devem ser utilizadas através da estimativa do valor cultural. Na escolha de lotes de sementes com o mesmo valor cultural, deve-se optar pelos lotes que apresentam maior percentagem de germinação.

Em relação a qualidade das mudas de espécies forrageiras destinadas a formação de pastagens, como exemplo, os cultivares de *Penissetum purpureum* (capim-elefante) e *Cynodon spp.* (tifton-85), deve-se atentar para escolha de mudas maduras, bem desenvolvidas e que apresentam em torno de 100 dias de idade, porque a brotação depende inicialmente de carboidratos de reserva. Uma boa muda deve ter raízes, colmos e

estolões grandes e muitas gemas, para assegurar bom pegamento.

5 | TAXA E PROFUNDIDADE DE SEMEADURA OU PLANTIO

Outro fator importante é a adequação da taxa de semeadura (kg de sementes por área) na formação de pastagens. De modo geral, para forrageiras que apresentam sementes maiores, como exemplo, as *Urochloa*, cerca de 20 plântulas por metro quadrado assegura a formação de pastos homogêneos. Já para espécies que apresentam sementes menores, como observado para *Megathyrsus*, são necessárias 50 plântulas por metro quadrado. Para realizar o cálculo da taxa de semeadura, deve ser considerado a quantidade de sementes puras viáveis recomendada para a espécie forrageira e o valor cultural do lote das sementes adquiridas, através da fórmula:

$$\text{Taxa de Semeadura} = \frac{\text{Sementes puras viáveis (kg ha}^{-1}\text{)} \times 100}{\text{Valor cultural (\%)}}$$

Na tabela 5, são apresentadas recomendações de taxas de sementes puras viáveis e as quantidades que devem ser utilizadas para algumas forrageiras, considerando o valor cultural de 50%.

Espécie forrageira	Taxa de semeadura (kg ha^{-1})	
	Sementes puras viáveis	com 50% de valor cultural
Urochloa brizantha	2,8	5,6
Urochloa decumbens	1,8	3,6
Urochloa humidicola	2,5	5,0
Urochloa ruziziensis	2,0	4,0
Megathyrsus maximus cv. Tanzânia	1,6	3,2
Megathyrsus maximus cv. Mombaça	1,6	3,2
Megathyrsus maximus cv. Massai	2,5	5,0

Tabela 5. Quantidade de sementes puras viáveis e de sementes com 50% de valor cultural de algumas espécies forrageiras.

Adaptado: Souza (1993), Fonseca e Martuscello (2010).

Em relação a profundidade de semeadura, recomenda-se que as sementes sejam enterradas de forma superficial, entre 2 a 4 cm de profundidade. O enterrio das sementes em maiores profundidades é uma das causas de insucesso na formação das pastagens. As sementes possuem reservas orgânicas que são responsáveis por fornecer os nutrientes

necessários para a sobrevivência e desenvolvimento de novas plantas. No entanto, como as sementes de gramíneas são pequenas, essa reserva é menor, e para que a plântula se desenvolva ela necessita receber flashs de luz para realizar a fotossíntese, e quanto mais profundas estiverem, menores as chances de receberem fótons, atrasando e reduzindo a germinação e, consequentemente, o desenvolvimento da forrageira. Por outro lado, plantios superficiais, deixam as sementes mais expostas a altas temperaturas e baixa disponibilidade de água, além de ficarem propensas ao ataque de pássaros, pragas, vento e água de chuvas.

Para pastagens formadas com forrageiras propagadas por mudas, como exemplo, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), recomenda-se realizar o plantio em sulcos com espaçamento variando de 0,8 a 1,0 m e 20 cm de profundidade. Os colmos devem ser distribuídos no sentido "pé-com-ponta", cortados a intervalos de 50 a 60 cm e cobertos com 5 a 10 cm de solo. Para espécies do gênero *Cynodon*, que se propagam por estolões e rizomas, recomenda-se realizar o plantio em sulcos ou covas com espaçamento de 0,5 a 1,0 m e profundidade de 10 a 15 cm.

6 | MÉTODOS DE SEMEADURA OU DE PLANTIO POR MUDAS

O semeio ou plantio pode ser realizado a lanço, em sulcos ou covas, de forma manual (matraca e enxada), mecanizada (plantadeiras, semeadeiras) ou aérea (aviação agrícola). O plantio (semeadura) a lanço é o mais utilizado pelos pecuaristas no Brasil, devido a praticidade, distribuição homogênea e reduzido custo. Após o plantio, é necessário passar rolo compactador para que as sementes sejam levemente incorporadas ao solo, permitindo rápida germinação. O plantio em sulcos é mais eficiente que em covas ou a lanço (EVANGELISTA et al., 2013). No plantio em sulcos ou em covas, a eficiência do uso de fertilizantes é maior devido à proximidade e maior disponibilidade de nutrientes próximo as sementes e mudas, proporcionando rápida germinação.

7 | ÉPOCA DE PLANTIO OU SEMEADURA DE FORRAGEIRAS TROPICAIS

É recomendado que o plantio ou semeadura sejam realizados no período chuvoso, quando além da umidade no solo, outras condições climáticas (temperatura e radiação solar) são ideais para germinação, que em grande parte do país se estende de outubro a março. No entanto, é imprescindível que o produtor realize a compra de insumos e preparo do solo antes do início do período chuvoso. Forrageiras que se multiplicam por mudas, como exemplo, o capim-elefante, tifton, coastcross, resultam em maior custo, o que limita a sua utilização.

8 I CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PASTAGEM

Planta daninha é qualquer planta que cresce onde não é desejada e que prejudica direta ou indiretamente a atividade humana (LORENZI, 2014; FERREIRA et al., 2013). As plantas daninhas quando crescem junto com as espécies forrageiras afetam negativamente a produtividade do pasto. Dessa forma, o controle de plantas daninhas será necessário quando o pasto apresentar baixa produtividade em decorrência da presença das mesmas. Os métodos de controle de plantas daninhas podem ser divididos em: preventivo, cultural, mecânico ou físico e químico. Recomenda-se a associação de mais de um método (manejo integrado), com objetivo de reduzir os danos causados pela ocorrência das plantas daninhas na pastagem (FERREIRA et al., 2013).

O método de controle preventivo, consiste no uso de práticas que evitam a introdução, estabelecimento e disseminação em áreas ainda não infestadas. Dentre as práticas mais utilizadas para evitar a introdução de plantas daninhas, podemos destacar, a compra de sementes certificadas e com alto valor cultural (baixa impureza), permanência dos animais que foram adquiridos de outras propriedades em currais por três dias em média, para eliminarem toda forragem contida trato gastrointestinal e que possa conter sementes de plantas daninhas, evitando dessa forma a disseminação nas áreas que serão introduzidos.

O método de controle cultural baseia-se no manejo da própria forrageira, permitindo que ela sobressaia e que persista ao longo do tempo. Dentre essas práticas, podemos destacar: utilização de espécies e/ou cultivares mais produtivas e adaptadas às condições edafoclimáticas da região, adequado preparo do solo, doses adequadas de calcário e adubos, quantidade de sementes, profundidade e época correta para realizar o plantio, rotação de culturas e correto manejo da pastagem e dos animais em pastejo.

O método de controle mecânico ou físico, consiste na retirada das plantas daninhas da pastagem através de capinas manuais, roçadas manuais ou mecanizadas. A capina manual apresenta alta eficácia, principalmente em pequenas áreas e com topografia montanhosa, onde a entrada de maquinários é dificultada. Já em áreas maiores e manejada de forma intensiva, o alto custo da mão-de-obra limita a utilização desta prática. O controle através de roçadas manuais ou mecanizadas são as mais utilizadas, no entanto, está prática deve ser acompanhada de manejo correto da pastagem para que a forrageira sobressaia e iniba a rebrota das plantas daninhas.

O método de controle químico consiste no uso de produtos químicos (herbicidas), que em concentrações adequadas, são capazes de matar ou inibir o desenvolvimento de uma planta. É um método que apresenta alto rendimento operacional e com grande eficácia, desde que utilizado de forma correta. No entanto, recomenda-se realizar o manejo integrado, como exemplo, juntamente com o controle cultural, que irá proporcionar melhores condições de desenvolvimento da forrageira e o controle químico entraria como

auxílio quando necessário.

É de extrema importância a identificação correta das plantas daninhas para realizar a escolha do herbicida que seja mais eficiente no seu controle. Os principais produtos registrados para pastagens são classificados como herbicidas auxínicos, que são seletivos para gramíneas, como exemplo, o 2,4-D (ácido diclorofenoxiacético) e o picloram e os inibidores da enzima enol-piruvilshiquimato fosfato sintase (EPSPs) que tem como o princípio ativo o glyphosate.

Outro fator importante é a escolha do método de aplicação e regulagem do equipamento, horário da aplicação e pessoas treinadas para essa atividade. A aplicação foliar é o método mais utilizado no controle de plantas daninhas em pastagens. Os principais produtos registrados para pastagens são aplicados nas folhas e caules das plantas daninhas (pós-emergência). A aplicação no toco, é recomendada em pastagens infestadas com plantas daninhas arbustivas ou com porte maior. A aplicação deve ser uniforme e realizada nos meses quentes e úmidos, onde as plantas estão com intensa atividade metabólica. Recomenda-se realizar a aplicação em horários que não esteja com alta velocidade do vento, evitando dessa forma, as perdas por deriva e em dias com alta probabilidade de chuvas. É importante destacar, a necessidade de alternar a utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação para minimizar o desenvolvimento de resistência aos herbicidas.

9 | MANEJO DE PASTAGEM

O manejo adequado da pastagem proporciona ao produtor retorno econômico e a sustentabilidade do sistema de produção. Uma vez tendo seguido todas as recomendações técnicas anteriormente relacionadas e as condições climáticas terem sido favoráveis, após 60 a 90 dias da semeadura poderá se iniciar o pastejo na área. Os objetivos do primeiro pastejo, também denominado de pastejo de uniformização, é uniformizar a altura do pasto e eliminar os pontos de brotação (gema apical), estimulando as gemas que estão na base da planta, aumentando o perfilhamento e cobertura do solo. O primeiro pastejo deve ser realizado de forma menos intensiva (menor intensidade) para permitir o completo estabelecimento das forrageiras e cobertura do solo. No primeiro pastejo, deve-se utilizar de preferência, animais jovens e leves, porém, os lotes de animais devem ser grandes (alta taxa de lotação) e o período de permanência na área deve ser curto.

É muito comum, produtores deixarem o pasto passar do ponto, para que ocorra a ressemeadura. No entanto, este é um erro que compromete a estrutura, qualidade e persistência do pasto. Quando a planta emite inflorescências, ela mobiliza suas reservas para produção das mesmas, reduzindo o valor nutritivo da forragem que será consumida pelos animais e consequentemente o ganho de peso dos animais. Se isso ocorrer, haverá

a necessidade de roçadas mecânicas ou, um grande período de tempo para a retomada do crescimento normal das plantas.

Após a retirada dos animais do pasto, recomenda-se realizar adubação com nitrogênio e potássio, com o objetivo de estimular o perfilhamento das plantas recém pastejadas e antecipar os próximos pastejos. As doses a serem aplicadas devem ser recomendadas de acordo com os resultados obtidos na análise do solo e níveis de produção desejado. Quando bem estabelecida a pastagem, após o pastejo de uniformização, as plantas deverão estar mais homogêneas, cobrindo quase que totalmente o solo onde foram semeadas, livres da competição de plantas invasoras, com o desenvolvimento vigoroso, ou seja, prontas para serem manejadas adequadamente.

Manejar adequadamente um pasto significa na verdade monitorar e conduzir o processo de colheita da forragem produzida pelos animais em pastejo. Isto é necessário, pois durante o pastejo ocorre um conflito de interesses entre o animal e a planta, ou seja, a planta necessita manter suas folhas (área foliar) para realizar a fotossíntese e assim continuar crescendo, entretanto, é justamente a folha, o componente da planta preferencialmente consumida pelos animais durante o pastejo. Dessa forma, o manejo do pastejo é uma das ações que mais influencia a produção e perenidade das plantas forrageiras e o desempenho animal.

No manejo do pastejo, deve-se procurar o equilíbrio entre a quantidade de animais que pasteja em determinada área e o crescimento da planta forrageira. Isso tem grande importância, pois, se forem utilizados poucos animais na pastagem, vai sobrar alimento e serão formadas touceiras, como consequência, haverá acúmulo excessivo de forragem, muito fibrosa, que os animais tendem a rejeitar. Essa situação de sobra de forragem e plantas mais baixas sendo pastejadas mais frequentemente em determinados locais da mesma pastagem é o que caracterizamos como subpastejo. De outra forma, se forem colocados muitos animais na pastagem, a forrageira será pisoteada e pastejada com muita frequência, as plantas ficam sem tempo suficiente para rebrotar, sendo seu crescimento insatisfatório e caso esta situação persista por muito tempo, as plantas perdem o vigor, tendendo a morrer, cedendo espaço às invasoras. Nessa nova situação identificamos o que é comumente conhecido como superpastejo. O correto manejo do pastejo consiste em manter uma determinada quantidade de animais em uma área de pastagem, de acordo com o crescimento da forrageira. Esse controle é feito através da adequação ou ajuste na taxa de lotação na pastagem, independentemente do método de pastejo adotado.

A adequação da taxa de lotação animal é uma das práticas de manejo do pastejo mais importantes, pois, se observada e adequadamente ajustada ao potencial produtivo da pastagem, esta poderá contribuir para a sustentabilidade do sistema. Portanto, o total de animais colocado em uma determinada área, a quantidade de forragem produzida, o período de descanso da forrageira e o controle da altura dos pastos, são os quatro pontos

críticos para o manejo correto do pastejo.

No entanto, a produção de forragem não é uniforme ao longo do ano, consequência da variação que ocorre na disponibilidade de fatores de crescimento como água, radiação solar e temperatura. Esses fatores interferem decisivamente no crescimento e desenvolvimento das plantas forrageiras, resultando em distribuição desuniforme da produção de forragem ao longo do ano, conhecida como "estacionalidade de produção forrageira". Normalmente, no Brasil Central e mesmo em outras regiões do país, maior concentração da produção (80 a 90%) ocorre durante os meses quentes e chuvosos caracterizado como período das "águas" (outubro a março), enquanto quede 10 a 20% ocorrem durante os meses mais frios e secos, caracterizado como período "seco" (abril a setembro). Dessa forma, estratégias de suplementação com outros volumosos, como capim picado, cana-de-açúcar, silagem, feno ou diferimento de pastagens ou ainda suplementação com concentrado ou sal proteinado devem ser planejadas para este período de escassez de forragem.

9.1 Métodos de manejo do pastejo

Várias são as estratégias de manejo do pastejo (métodos de colheita da planta forrageira pelos animais) disponíveis. Dentre elas, as mais conhecidas e comuns são a lotação rotativa ou intermitente ea lotação contínua, que representam a forma como os animais serão alocados na pastagem.

Na lotação rotativa, a pastagem é dividida em piquetes, que são submetidos a intervalos entre pastejos caracterizados por períodos de ocupação (pastejo) e de descanso (rebrotação). Assim, o piquete permanece em descanso durante alguns dias, permitindo que o capim rebrote sem ser pastejado. Na sequência, o lote de animais vai passando por todos os piquetes até completar o rodízio. O manejo dos animais deve ser realizado de forma que o pastejo seja por igual, ou seja, a altura do pasto deve ficar a mais uniforme possível, sem a presença de locais que não foram pastejados (subpastejo).No pastejo rotativo, em geral, utilizam-se maiores doses de corretivos e fertilizantes, especialmente nitrogenados, para elevar a taxa de crescimento das plantas e, consequentemente, a produção de forragem.

Acontece que nem sempre essa produção é aproveitada, pois o pastejo rotativo, no Brasil, ainda se baseia em períodos fixos de descanso, independentemente da altura de resíduo pós-pastejo, do uso de adubos, da fertilidade do solo, de fatores climáticos favoráveis, da irrigação, etc. Nesse contexto, o maior crescimento das plantas passa a ser um problema em vez de solução. O pasto chega à condição de ser colhido mais cedo e, se não for pastejado no momento certo, perde qualidade, apresentando maior proporção de forragem morta, colmo e baixa proporção de folhas em relação ao colmo. Além da perda de forragem, ocorre redução no desempenho dos animais devido à ingestão de forragem de pior qualidade com maior proporção de colmos, os quais dificultam o rebaixamento dos pastos, um problema que pode se agravar a cada ciclo de pastejo. Para tentar restabelecer

boas condições de pastejo, o que se faz normalmente, são roçadas, o que torna oneroso para o pecuarista.

Para solucionar esse tipo de problema, com base em resultados de pesquisas, a recomendação adequada e sustentável, é adotar período de descanso compatível com o crescimento e desenvolvimento das plantas. Assim, tem-se demonstrado que o manejo das forrageiras não pode ser feito com base em dias fixos de descanso, e sim, quando as plantas estiverem interceptando 95% da luz incidente (CARNEVALLI et al., 2006). Isso acontece sempre a determinada altura para cada espécie forrageira e relativamente estável ao longo do ano e em qualquer lugar do Brasil (Tabela 6).

Gramíneas	**Altura do pasto (cm)**		**Referência**
	Pré-pastejo	**Pós-pastejo**	
Megathyrsus maximus cv. Mombaça	90	30 a 50	Carnevalli et al. (2006)
Megathyrsus maximus cv. Tanzânia	70	30 a 50	Barbosa et al. (2007)
Megathyrsus maximus cv. Zuri	70-75	30 a 35	Zanela e Dereti (2017)
Megathyrsus maximus cv. Quênia	70	35	Jank et al. (2017)
Urochloa brizantha cv. Marandu	25	10 a 15	Giacomini et al. (2009)
Urochloa brizantha cv. Xaraés	30	15	Pedreira et al. (2009)
Pennisetum purpureum cv. cameroon	100	40 a 50	Voltolini et al. (2010)
Andropogon gayanus	50	27 a 34	Sousa (2009)
Urochloa decumbens	19	10	Braga et al. (2009)
Capim-mulato	30	15 a 20	Silveira et al. (2013)

Tabela 6. Alturas pré e pós-pastejo recomendadas para diferentes gramíneas forrageiras quando se utiliza 95% de interceptação luminosa em lotação rotativa.

O manejo com base na altura dos pastos (metas de manejo) apresenta relação direta com a produtividade e qualidade da forragem quando o manejo é baseado nas características de “funcionamento” da planta (chamadas de características fisiológicas). Nessas circunstâncias, a ferramenta de trabalho passa a ser uma régua graduada e no conhecimento da altura meta de manejo da pastagem e não mais em dias fixos.

A lotação contínua é caracterizada pela presença contínua dos animais em toda área de pastejo e a taxa de lotação pode variar ou não em função do manejo (arbitrariamente em função do critério definido pelo manejador) e da produção forrageira ao longo das estações do ano, devido a estacionalidade de produção. Este é o método de pastejo mais empregado nos sistemas de produção de bovinos no Brasil devido à sua facilidade operacional, sendo que sua adoção está associada a sistemas de produção mais extensivos. No entanto, nada impede que o mesmo seja intensificado, assim como no pastejo sob lotação rotativa. A lotação contínua requer menor investimento com cercas e bebedouros, além de apresentar

manejo mais flexível em relação ao pastejo em lotação rotativa. Neste método, os animais possuem maior oportunidade de seleção de forragem durante o pastejo, resultando em melhor desempenho individual dos animais.

Diferentemente do pastejo em lotação rotativa, na lotação contínua os pastos são manejados em um intervalo de altura em uma amplitude maior sem sair do pastejo adequado. Na tabela 7 estão apresentadas as recomendações de alturas médias para adequado manejo de gramíneas tropicais manejadas em lotação contínua.

Espécie forrageira	**Alturas do pasto (cm)**	**Referência**
Urochloa brizantha cv. Marandu	20-40	Sbrissia (2004)
Urochloa brizantha cv. Xaraés	15-45	Carloto et al. (2011)
Urochloa brizantha cv. Piatã	15-30	Nantes et al. (2013)
Urochloa decumbens	20-30	Faria (2009)
Cynodon spp.	10-20	Pinto (2000)
Megathyrsus maximus cv. Tanzânia	40-60	Canto et al. (2011)

Tabela 7. Alturas recomendadas para forrageiras tropicais em lotação contínua

Fonte: Adaptado de SANTOS e FONSECA (2016).

9.2 Correção e adubação de manutenção de pastagens

A correção da acidez do solo quando a forrageira já estiver estabelecida, deve ser realizada em cobertura, sem incorporação do calcário para não danificar o sistema radicular das plantas. As doses a serem aplicadas serão recomendadas mediante os resultados obtidos na análise de solo. O calcário deve ser aplicado com antecedência ao plantio para permitir a reação com o solo. O ideal é que seja realizada no final do período chuvoso para aproveitar as últimas chuvas. Dessa forma, na próxima estação chuvosa a adubação poderá ser realizada mais cedo (AGUIAR e SILVA, 2005).

Em situações em que a camada subsuperficial do solo precisar ser corrigida, a gessagem será necessária. O gesso apresenta alta solubilidade, aumentando rapidamente às concentrações de Ca^{2+} e SO_4^{2-} no solo. O sulfato, reage com o alumínio, reduzindo a toxidez de alumínio para as plantas e permite maior distribuição do sistema radicular e consequentemente o desenvolvimento das plantas. Para a determinação da dose de gesso a ser aplicada, é preciso conhecer as características químicas do solo na camada de 20 a 40 cm e o teor de argila. O gesso deve ser aplicado sem incorporação dois meses após a aplicação do calcário.

A adubação de manutenção é importante para manter a produtividade e sustentabilidade da produção, assim como, evitar a degradação das pastagens. Como na adubação de formação, a adubação de manutenção deve ser realizada no início do

período chuvoso, onde há aumento da disponibilidade de precipitação, temperatura, radiação solar, ao qual, associados com a adubação, proporcionará aumento na produção forrageira. É importante destacar, que pastagens que são manejadas intensivamente, tanto a correção quanto a adubação devem ser realizadas anualmente. Na fase de manutenção das pastagens, a aplicação superficial de fósforo é eficiente, pois o sistema radicular já se encontra bem desenvolvido, podendo utilizar fontes menos solúveis, como os fosfatos naturais. O nitrogênio deve ser aplicado em cobertura quando a forrageira estiver cobrindo 60% da superfície do solo. A adubação nitrogenada com doses maiores que 50 kg ha^{-1} de N, deve ser parcelada. A adubação potássica, deve ser realizada semelhante a adubação nitrogenada. Em áreas com solos arenosos ou com argila de baixa atividade e alta incidência de chuvas, recomenda-se parcelar as doses para reduzir as perdas por lixiviação. A aplicação de micronutrientes deve ser a lanço no início do período chuvoso e deve levar em consideração a extração pela planta e nível de produção desejado (Tabela 8).

Recomendação	Manutenção	
	Faixa de aplicação	**Critério de aplicação**
	kg ha^{-1} de N	
São Paulo	40-80	EN[1] por ciclo de pastejo intensivo, chuva
Embrapa Cerrados	40	NT[2] extensivo
Minas gerais	50	NT[2] extensivo
kg ha^{-1} de K_2O		
São Paulo	20-60	EN[1], AA[3]
Embrapa Cerrados	50	(K≤30 mg/dm^3)
Minas gerais	40-200	NT[2], AA[3]
kg ha^{-1} de P_2O_5		
São Paulo	20-50	EN[1], AA[3]
Embrapa Cerrados	20	EN[1], AB[4]
Minas gerais	15-160	NT[2], AA[3]

Tabela 8. Recomendações de aplicação de nitrogênio(N), fósforo (K_2O) e potássio (P_2O_5)para manutenção de pastagens segundo os manuais de São Paulo, Embrapa Cerrados e Minas Gerais.

[1]EN = de acordo com a exigência nutricional da forrageira; [2]NT= de acordo com o nível tecnológico; [3]AA = aplicação anual; [4]AB = aplicação bienal.

Fonte: MACEDO, 2004 (Adaptado de SANTOS e FONSECA, 2016).

10 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal durante as etapas da formação e manejo de uma pastagem,

é que esta seja estabelecida e que persista produtiva ao longo do tempo de forma sustentável. Dessa forma, a formação de uma pastagem deve ser encarada como um investimento, que vai ser diluído ao longo do tempo. As etapas descritas neste capítulo, são imprescindíveis para o sucesso na atividade. Apesar do crescente reconhecimento por parte de produtores de que as pastagens devem ser cultivadas com maiores investimentos, ainda encontramos grandes áreas em processo de degradação no Brasil. De fato, uma pastagem mal formada e manejada, tende a gerar maior custo e depreciação do sistema. Esse cenário é caracterizado muitas vezes por falta de conhecimento e transferência de tecnologias entre os profissionais e produtores. Esse cenário só será positivo, mediante maiores índices produtivos e retorno econômico para os produtores. Neste contexto, procuramos conscientizar a necessidade de melhoria das políticas públicas, capacitação técnica e incentivo da manutenção do homem no campo através de práticas sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ABIEC 2019. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Beef Report 2019. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/Sumario2019.aspx>. Acesso em: 01 de outubro de 2019.

AGUIAR, A. P. A.; SILVA, A. M. Calagem e adubação da pastagem. In: Simpósio de forragicultura e pastagens. Temas em evidência. Lavras, MG: UFLA. p. 177 - 246, 2005.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V. P. B.; DA SILVA, S. C.; ZIMMER, A. H.; TORRES JR., R. A. A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, p. 329 - 340, 2007.

BRAGA, G. J.; PORTELA, J. N.; PEDREIRA, C. G. S.; LEITE, V. B. O.; OLIVEIRA, E. A. Herbage yield in Signalgrass pastures as affected by grazing management. South African Journal of Animal Science, v. 39, p. 130 - 132, 2009.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: Novais et al. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, p. 375 - 470, 2007.

CANTARUTTI, R. B.; ALVARES V., V. H.; RIBEIRO, A. C. Amostragem de solo. In: RIBEIRO, A. C.;GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5° Aproximação.** Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p.13 - 20, 1999.

CANTO, M. W.; JOBIN, C. C.; GASPARINO, E.; HOESCHL, A. R. Características do pasto e acúmulo de forragem em capim-tanzânia submetido alturas de manejo do pasto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 429 – 435, 2008.

CARNEVALLI, R. A.; SILVA DA, S. C.; BUENO, A. A. O.; UEBELE, M. C.; HODGSON, J.; SILVA, G. N.; MORAIS, J. P. G. Herbage production and grazin glosses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. ***Tropical Grasslands,****v. 40,*p. 165 – 176, 2006.

CARLOTO, M. N.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G. S.; PAULA, C. C. L. Desempenho animal e características de pasto de capim-xaraés sob diferentes intensidades de pastejo durante o período das águas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,v**.** 46, p. 97-104, 2011.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das Pastagens no Brasil.** Embrapa Amazônia Oriental, Belém. Documentos n. 402, 2014, 36 p.

EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B. do.; MACEDO, M. C. M.; ALMEIDA, R. G. de.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 151 – 168, 2010.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. Estabelecimento e Renovação de Pastos. In: Reis, R. A.; Bernardes, T. F.; Siqueira, G. R. (Ed.). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros.** Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel ME, 1ed.,p. 251 – 273, 2013.

FARIA, D. J. G. **Características morfogênicas e estruturais dos pastos e desempenho de novilhos em capim-braquiária sob diferentes alturas.** UFV, Viçosa. Tese de Doutorado. 2009, 145p.

FERREIRA, L. R.; SANTOS, M. V.; SANTOS, L. D. T. Controle de plantas daninhas em pastagens. In: Reis, R. A.; Bernardes, T. F.; Siqueira, G. R. (Ed.). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros.** 1ed.Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel ME, p.305-315, 2013.

FONSECA, D.M. & MARTUSCELLO, J.A. (Ed.) **Plantas Forrageiras**. Editora UFV, 2010, 573p.

GIACOMINI, A. A.; DA SILVA, S. C.; SARMENTO, D. O. L.; ZEFERINO, C. V.; SOUZA JR, S. J.; TRINDADE, J. K.; GUARDA, V.A.; NASCIMENTO JR., D. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermitente stocking. **Scientia Agricola**, v. 66, p.733 - 741, 2009.

JANK, L.; ANDRADE, C. M. S. de; BARBOSA, R. A.; MACEDO, M. C. M.; VALERIO, J. R.; VERZIGNASSI, J. R.; ZIMMER, A. H.; FERNANDES, C. D.; SANTOS, M. F.; SIMEAO, R. M. **O capim-BRS Quênia (*Panicum maximum* Jacq.) na diversificação e intensificação das pastagens.** Comunicado Técnico n. 138. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. 2017, 18p.

JANK, L.; BRAZ, T. G. S.; MARTUSCELLO, J. A. Gramíneas de clima tropical. In: Reis, R. A.; Bernardes, T. F.; Siqueira, G. R. (Ed.). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros.** 1ed.Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel ME, 2013, p. 109-123.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 7ª.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2014, 383p.**

MACEDO, M. C. M. Análise comparativa de recomendações de adubação em pastagens. In: Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem. **Anais...** FEALQ, Piracicaba, p. 31- 355, 2004.

NANTES, N. N.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; BARBOSA, R. A.; GOIS, P. O. Desempenho animal e características de pastos de capim-piat**ã** submetidos a diferentes intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 114 – 121, 2013.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; DA SILVA, S. C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p.618 - 625, 2009.

PINTO, L. F. M. **Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de *Cynodon spp*.** ESALQ, Piracicaba. Dissertação de Mestrado. 2000, 124p.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M. **Adubação de pastagens em sistemas de produção animal**. Viçosa: UFV. 2016, 311p.

SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua**. ESALQ, Piracicaba. Tese de Doutorado. 2004, 171p.

SCOT CONSULTORIA.**Custos médios para a formação de um hectare de pastagem.** Disponível em: https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/tv-scot/49036/confira-os-custos-medios-para-a-formacao-de-um-hectare-de-pastagem.htm. 2018. Acesso em: 02/07/2019,

SILVEIRA, M.C.T.; DA SILVA, S.C.; SOUSA JR. S.J.; BARBERO, L.M.; RODRIGUES, C.S.; LIMÃO, V.A.; PENA, K.S.; NASCIMENTO JR., D. Herbage accumulation and grazing losses on Mulato grass subjected to strategies of rotational stocking management. **Scientia Agricola**. v. 70, p. 242-249, 2013.

SOUSA, B. M. L. **Morfogênese e características estruturais dos capins Andropogon e Xaraés submetidos a alturas de corte.** UFV, Viçosa. Dissertação de Mestrado. 2009, 100p.

SOUZA, F. H. D. de. O papel das sementes no estabelecimento e na formação de pastagens. In: Curso sobre pastagens para sementeiros. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. p. 101 - 111, 1993.

VILELA, L. Calagem e adubação para pastagens. In: SOUZA, D. M. G. de (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação.** Planaltina, DF: EMBRAPA CERRADOS,., p. 367-382, 2002.

VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; IMAIZUMI, H.; CLARINDO, R.L.; PENATI, M.A. Produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagens de capim-elefante submetidas a duas frequências de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 121 - 127, 2010, 416p.

WERNER, J.C.; PAULINO, T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N.O.; QUAGGIO, J.A. Forrageiras. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**, 2. Ed. Campinas, SP: Instituto Agronômico e Fundação IAC, p. 263-273, 1996.

ZANELA, M.B.; DERETI, R.M. **Boas práticas agropecuárias na produção de leite: da pesquisa para o produtor.** Pelotas: Embrapa clima temperado, 2017. 71p.

CAPÍTULO 8

ADUBAÇÃO E MANEJO DO SOLO PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Data de aceite: 11//10/2021

Elizio Ferreira Frade Junior
Universidade Federal do Acre Rio Branco – AC
http://lattes.cnpq.br/7845293090423956

Thiago Araújo dos Santos
Universidade Federal do Acre Cruzeiro do Sul, AC
http://lattes.cnpq.br/5362711362054199

Leandro Roberto da Cruz
Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC São Lourenço do Oeste/SC
http://lattes.cnpq.br/2671579138286779

Eduardo Pacca Luna Mattar
Universidade Federal do Acre Rio Branco – AC
http://lattes.cnpq.br/5252259313940770

RESUMO: A degradação do solo tem sido um problema para agropecuária, principalmente no território brasileiro onde cerda de 80% das áreas de pastagem encontram-se em algum grau de degradação. A ação antrópica associada ao manejo excessivo e inadequado de adubação tem representado uma das principais causas da degradação de pastagem em todo o mundo. Com isso, é notável que a utilização de práticas que visam a recuperação destas áreas é de fundamental importância para uma agricultura sustentável. O manejo conservacionista do solo por meio do uso de adubação verde, resíduos orgânicos e os sistemas integrados, tem sido a principal estratégia para evitar a degradação das pastagens. Apesar da degradação do solo se apresentar como um grande desafio para as futuras gerações, também gera expectativas e oportunidades para uma agricultura menos impactante ao ambiente.

PALAVRAS – CHAVE: Agricultura sustentável. Conservação do solo. Degradação do solo.

FERTILIZATION AND SOIL MANAGEMENT FOR THE RECOVERY OF DEGRADED AREA

ABSTRACT: Soil degradation has been a problem for agriculture, especially in the Brazilian territory around 80% of pasture areas are in some degree of degradation. The anthropic action associated with excessive and inadequate management of fertilization has represented one of the main causes of pasture degradation worldwide. Thus, it is remarkable that the use of practices aimed at recovering these areas is of fundamental importance for sustainable agriculture. Conservationist soil management through the use of green fertilizers, organic residues and integrated systems has been the main strategy to avoid pasture degradation. Although soil degradation presents itself as a major challenge for future generations, it also generates expectations and opportunities for agriculture that is less impactful on the environment.

KAYWORDS: Sustainable agricuclture. Soil conservation. Soil degradation.

1 I INTRODUÇÃO

O novo cenário mundial associado às mudanças climáticas e à alimentação humana é extremamente preocupante frente às projeções até o final do século, as quais apontam para uma população mundial que deve ultrapassar 11 bilhões de habitantes (UNITED NATIONS, 2015) exigindo maior oferta de alimentos. Associada a essa perspectiva mundial, o consumo de alimentos de origem animal e vegetal tem aumentado em países emergentes com forte pressão sobre os sistemas produtivos globais (BODIRSKY et al, 2015), no qual os ecossistemas tropicais são os mais vulneráveis e afetados pelas alterações ambientais (LAURANCE et al., 2014). Entretanto, são os ecossistemas tropicais que representam cerca de 90% das terras possíveis para expansão agrícola, concentradas na América Latina e África-Subsaariana (SAATH, 2018).

Em consequência da pressão global e o crescimento desordenado por novas áreas agrícolas para o aumento da produção de alimentos, a degradação dos solos nos sistemas produtivos tem sido um grande problema para agropecuária mundial, principalmente no Brasil, por possuir o pasto como matriz nutricional dos rebanhos bovinos e cerca de 80% das pastagens cultivadas no Brasil encontra-se com algum grau de degradação (CARVALHO et al, 2017).

A fertilidade do solo é um dos fatores limitantes para o desenvolvimento das plantas forrageiras e está associada à degradação dos solos pela falta de adubação, deficiência de reposição de nutrientes e manejo excessivo. Ao considerarmos que a exploração de pastagens é feita de forma extensiva e extrativista no Brasil, muitos produtores desconhecem que a escolha da planta forrageira também deve estar associada às condições edafoclimáticas da região, onde cada planta possui uma característica especial que expressa seu maior potencial produtivo e consequentemente, diminuem os riscos ambientais (MACEDO et al., 2013).

O Brasil a cada ano se consolida como um grande produtor mundial de alimentos que utiliza extensas áreas de terra para agricultura e pecuária, entretanto, essas grandes áreas em sua maioria, apresentam algum grau de degradação, gerando oportunidades para o desenvolvimento de novas tecnologias menos impactantes aos sistemas produtivos.

2 I DEGRADAÇÃO DO SOLO

A erosão e a degradação dos solos ocorrem naturalmente em um processo de evolução natural ou pode ocorrer de forma induzida pela ação antrópica (MARIOTI et al., 2013). A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo define para o termo degradação, como a mudança de um solo a uma condição mais lixiviada e intemperizada que a presente em condições naturais, usualmente acompanhada por mudanças morfológicas (CURI et al., 1993).

O conceito de degradação ou área degradada abrange o entendimento dos efeitos que são gerados em locais específicos e do campo do conhecimento o qual é avaliado, relacionando sempre aos efeitos negativos ou adversos ocasionados por atividades antrópicas associada à perda de produtividade e risco da qualidade ambiental (DIAS-FILHO, 2015). A perda de vigor associada à baixa produtividade compromete a capacidade natural de suporte dos solos, não mantendo os níveis de produtividade e qualidade, pois os índices em períodos de maior crescimento não conseguem manter a produção economicamente viável (MACEDO e ZIMMER, 2015).

Umas das principais causas de degradação de pastagens em todo mundo é a ação antrópica diretamente associada ao manejo inadequado, principalmente pela ocupação desordenada das áreas de pastagens, pelas taxas de lotação inadequada à capacidade de suporte da planta forrageira sem atenção ao devido período de descanso para recuperação química e física do solo após o pastejo (FAO, 2009). A degradação da pastagem é identificada por processos de redução da produtividade ao longo do tempo (DIAS-FILHO, 2017).

Podemos considerar uma pastagem degradada à que não oferece a capacidade de suporte suficiente para uma atividade economicamente lucrativa, no local onde foi avaliada, independente do nível tecnológico do produtor. Entretanto do ponto de vista técnico, podemos classificar a degradação em agrícola ou biológica.

A degradação agrícola é caracterizada pelo aumento de plantas invasoras, diminuindo a capacidade de suporte pela competição com a planta forrageira. Nessa fase o solo ainda consegue fornecer nutrientes e suportar a planta forrageira e a planta daninha mantendo o solo coberto. Ao contrário, no estágio de degradação biológica o solo perde sua capacidade de suporte vegetal oferecendo condições apenas para plantas invasoras adaptadas a solos ácidos e de baixa fertilidade, apresentando áreas de solo sem vegetação (DIAS-FILHO, 2014). No processo de degradação são registradas mudanças na estrutura física do solo, como aumento da densidade e diminuição da porosidade causada por processos naturais de difícil percepção e avaliação (KLEIN, 2014).

Na degradação do solo, é verificada a redução dos teores de nutrientes essenciais aos vegetais e a perda de fertilidade natural, um importante fator que pode reduzir a capacidade de provisão de serviços ecossistêmicos em pastagens brasileiras (BRAZ et al., 2013; SALTON et al., 2014), Ao considerar as ações antrópicas associadas aos processos naturais, a degradação de pastagens é a mais severa e intensa no cenário das extensões de terras agricultáveis no Brasil.

3 | RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS

No processo de recuperação de áreas degradadas diversas técnicas podem ser

utilizadas com o objetivo de restaurar as propriedades químicas, físicas e biológicas dos solos, assim como, recuperar o vigor das plantas forrageiras. A recuperação está diretamente relacionada aos procedimentos e práticas que visam diminuir os impactos negativos causados pela atividade antrópica (DIAS-FILHO, 2015). Entre os métodos utilizados, podemos classificá-los em diretos e indiretos.

As práticas mecânicas e químicas utilizadas em estágio de degradação inicial são consideradas práticas diretas, ao contrário das práticas indiretas que visam consorciar as pastagens em sistemas integrados, utilizadas em processos avançados de degradação (AGUIRRE et al., 2014). Na recuperação de áreas degradadas o componente vegetal tem o objetivo de reabilitação do solo, controle de erosão e aumento da biodiversidade (FERREIRA et al., 2016).

A utilização de sistemas integrados que utilizam práticas mecânicas, químicas e culturais, como a Integração Lavoura – pecuária (ILP), são alternativas viáveis por viabilizarem economicamente o processo de recuperação da área degradada, amortizando custos em um processo continuo de integração e não apenas como uma prática agrícola isolada no sistema de produção animal (MACEDO, 2009). Em sistema ILP foi verificada melhora na qualidade física do solo, com o aumento da macroporosidade do solo quando realizado o pastejo em menor intensidade e diminuição da densidade do solo nas camadas superficiais (CARVALHO et al., 2016). No processo de ILP a produção inicial da cultura agrícola mostra-se como viável na renovação das áreas degradadas por amortizar custos pelo aproveitamento de insumos, principalmente fertilizantes e corretivos do solo (SILVA et al, 2018).

A análise econômica dos sistemas integrados de recuperação de pastagens deve ser realizada com cautela. Em estudo utilizando sistemas integrados de Integração Lavoura – Pecuária – Floresta, Integração Lavoura – Pecuária e Pastagem em monocultivo, foi verificado após mensuração de parâmetros econômicos em cada sistema após 12 anos, que somente o ILPF pode ser viável economicamente, devido ao corte e venda das árvores do sistema (SANTOS et al., 2016). Esses dados alertam o produtor e são confirmados pelo estudo do acúmulo de matéria seca do capim piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã syn. *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã) em sistema Silvipastoril em fileiras duplas com 2m entre plantas e 12m entre linhas e, outro sistema com 22m entre linhas, comparados a um tratamento controle sem árvores. Nesse estudo foi verificado que os dois sistemas Silvipastoril não influenciaram as características da planta, e o tratamento controle teve a maior produção de matéria seca, relacionada à maior radiação disponível no sistema (SANTOS et al., 2016).

As ações de recuperação em áreas degradas pela correção e manutenção da fertilidade do solo, como práticas de calagem e adubação são utilizadas em estágios iniciais de degradação, quando a planta forrageira possui alta densidade. A recuperação

de *Brachiaria decumbens* syn. *Urochloa decumbens* com práticas de calagem e adubação, sobre a produção de matéria seca e desenvolvimento radicular, aumentaram as produções dessas forrageiras, assim como, seu sistema radicular (OLIVEIRA et al., 2005).

Entre as alternativas para recuperação de áreas degradadas agricultáveis merece destaque a utilização dos resíduos orgânicos ao solo pelos inúmeros benefícios que proporciona, contribuindo para melhorias na qualidade física, química e biológica dos solos, assim como, para o aumento da produtividade agrícola e pecuária. Atualmente, 41,6% dos resíduos sólidos gerados no Brasil (29,6 milhões de toneladas) possuem destinação inadequada (Grisa e Capanema, 2018) entre eles, estão os resíduos orgânicos. Entretanto, torna-se essencial conhecer a legislação brasileira uma vez que a disposição inadequada de resíduos pode gerar resultados adversos aos desejados, promovendo graves consequências ao solo, recursos hídricos e ao meio ambiente (SANTOS et al., 2018).

O uso de leguminosas e adubação verde associadas à pastagem é uma alternativa para o manejo conservacionista dos solos, assim como, para recuperação de áreas degradadas. As leguminosas proporcionam maior capacidade de recuperação de áreas degradadas pela maior cobertura vegetal do solo associada à capacidade de fixação biológica de nitrogênio em associação simbiótica, assim como, pela incorporação de biomassa, diminuindo custos de fertilizantes nitrogenados (CARVALHO, 2015) requeridos em grandes quantidades pelas plantas forrageiras. A utilização de plantas leguminosas como a *Pueraria phaseoloides, Crotalaria juncea* e *Crotalaria sepctabilis* proporciona aumento nos teores de matéria orgânica, soma de bases e percentagem de saturação por bases (DELARMELINDA et al, 2010).

O manejo conservacionista do solo é a melhor estratégia para evitar a degradação de pastagens, adotando um nível profissional de manejo desde sua formação com taxas de lotação adequada, análise periódica do solo para reposição de nutrientes, controle de plantas daninhas e pragas, passando a adotar um manejo empresarial, eliminando a necessidade periódica de recuperação e reforma de pastagens (DIAS-FILHO, 2017).

4 | ADUBAÇÃO E MANEJO DE PASTAGENS

Compreendido os processos e causas de degradação em áreas agrícolas associadas as possibilidades de recuperação e manejo, é necessário entender que umas das principais causas da degradação dos solos é a ausência de manejo, como a reposição de nutrientes e taxas de lotação inadequadas. O esgotamento da fertilidade do solo é consequência da ausência de reposição de nutrientes, apontada como uma das principais causas da degradação de pastagens cultivadas no Brasil (COSTA et al., 2009).

A correção e adubação em pastagens é uma prática pouco utilizada no Brasil, pois

além dos custos e acessos de insumos em regiões mais isoladas, o produtor rural ainda pouco entende que a planta forrageira é um veículo de transferência de nutriente entre o solo e o animal. As pastagens no Brasil são consideradas culturas de baixo valor, o produtor não ajusta a produção excedente de forragens gerada pela adubação, há dificuldade em dimensionar o retorno econômico do nutriente aplicado ao solo e a assessoria técnica especializada é limitada no setor pecuário (CUNHA, 2013).

Nesse cenário, a correção do solo é prática necessária em pastagens tropicais, pois possui inúmeros benefícios, como aumento do pH, fornecimento de Cálcio e Magnésio, diminuiu a disponibilidade de elementos prejudiciais as plantas além de proporcionar ao solo um ambiente com maior disponibilidade de nutrientes (FRANCISCO et al., 2017). Segundo os autores, as espécies do gênero *Urochloa* dominam aproximadamente 85% das pastagens brasileiras e apresentam em comum, respostas positivas a calagem e a aplicação de nutrientes, de acordo com a tolerância a acidez de cada espécie.

A adição de fertilizantes minerais solúveis em pastagens proporciona maior crescimento da planta forrageira com efeito imediato (Silva et al., 2018), assim como, melhora a dieta dos bovinos em pastejo por aumentar a produtividade e a qualidade nutricional da planta forrageira, aumentando também a taxa de lotação pela recuperação da capacidade de suporte do solo (VILELA et al., 2004). Em função das variações edafoclimáticas, algumas gramíneas e forrageiras recomendadas para formação de pastagens são tolerantes à acidez do solo nas condições edafoclimáticas que se encontram e não respondem a calagem, onde a recomendação de calcário é realizada pela avaliação dos teores presentes de cálcio e magnésio no solo (ANDRADE et al, 2014).

Entre os nutrientes mais exigidos pelas forragens, o fósforo (P) é um dos elementos mais importantes para as plantas refletindo diretamente na produtividade, pois influência na emissão de perfilho, brotação e produção de folhas, processo importante após pastejo para restaurar a capacidade produtiva da planta (BASSO et al., 2010). Entretanto, a adubação isolada com fósforo pode não atender as expectativas no processo de recuperação (SANTOS et al., 2016). A dose de fósforo utilizada para manutenção de pastagens em boletins técnicos variam em quantidade anuais de 20 a 40 kg ha^{-1} de P_2O_5, dependendo da espécie forrageira (FRANCISCO et al., 2017).

O nitrogênio (N) também é um nutriente essencial para a produção de biomassa de gramíneas tropicais com respostas expressivas em função das doses aplicadas, níveis tecnológicos desenvolvidos, condições do solo e exigências das plantas (FRANCISCO et al., 2017). As doses de nitrogênio aplicadas são condicionadas pelo nível tecnológico do produtor, que pode aplicar doses parceladas de 50 kg ha^{-1} no início, durante e no final do período da estação chuvosa até doses de 150 a 200 $kgha^{-1}$ em sistemas com alta tecnologia (VILELA et al., 2004). Os autores avaliaram a produção de matéria seca para adubação em Capim Decumbens com estratégia de aplicação de 95 $kgha^{-1}$ P_2O_5 na implantação e 30

kg ha^{-1} P_2O_5 a cada dois anos na manutenção, obtendo três vezes mais produção que o tratamento controle. O nitrogênio e o fósforo são os nutrientes mais deficientes em solos tropicais, sendo essencial sua aplicação na formação e manutenção das pastagens.

Outra fonte de nutrição mineral de pastagens é a utilização de resíduos orgânicos que aumentam a fertilidade ao mesmo tempo em que melhora a estrutura física dos solos, aumentado à capacidade das plantas em absorver nutrientes (macro e micronutrientes) e fornecem substâncias que podem estimular o crescimento vegetal. Resíduos orgânicos de frigorífico usados na fase de implantação de plantas forrageiras de *Panicum maximum*cv. Mombaça syn. *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça proporcionaram aumento nos valores de altura de plantas (DIM et al., 2010). A utilização de resíduos orgânicos proporciona incremento na produtividade e qualidade de pastagens já implantadas, melhorando a fertilidade do solo (SILVA et al., 2018).

A maioria das propriedades possuem áreas com diferentes condições edafoclimáticas, desta forma, são indicadas diferentes espécies forrageiras para a mesma propriedade (AMORIM et al, 2017). A diversificação de espécies é uma estratégia importante no manejo e conservação dos nutrientes em pastagens, pois promove a queda dos riscos ambientais, atendendo as necessidades dos diferentes animais presentes na propriedade rural (MACEDO et al., 2013). Em uma mesma propriedade é importante utilizar diferentes espécies forrageiras de acordo com a aptidão agrícola de cada área, pois os solos são desuniformes e possuem diferentes características e deficiências nutricionais (AMORIM et al., 2017).

O consórcio com leguminosas são práticas de recuperação e manejo de pastagens que contribuem para manutenção da fertilidade do solo, assim como, melhoram as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Em trabalho realizado com consorcio de leguminosas, foi verificado que quanto maior a proporção de leguminosas no sistema maior a produção de capim-braquiária (SANTOS et al., 2015). O consórcio e a rotação de culturas entre espécies forrageiras e leguminosas possuem como vantagens a possibilidade de diminuir custos de implantação e recuperação de pastagem amortizados pela produção agrícola (VILELA et al., 2011).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das baixas taxas de lotação associada à baixa fertilidade e degradação dos solos tropicais sob pastagens extensivas, muitos agricultores tem buscado novas tecnologias e obtendo bons resultados na produção de carne a pasto, utilizando boas práticas de manejo do solo e tecnologias adaptadas as condições de cada região. Os sistemas integrados surgem como uma alternativa e podem trazer grandes benefícios à pecuária e agricultura pelo melhor uso da terra.

A intensificação dos sistemas de produção ainda é um desafio para a pecuária nacional a pasto, que não deve evitar esforços para alcançar inovações tecnológicas de produção em sistemas intensivos e integrados. Os desafios devem ser superados para intensificação e adensamento de sistemas produtivos, como a integração da pecuária com lavoura e silvicultura. Entretanto, estratégias regionais devem ser sugeridas e priorizadas para assegurar ações necessárias para a transição da pecuária extensiva para uma pecuária a pasto industrial.

Ao considerarmos que as projeções de crescimento populacional global e aumento do consumo de alimentos estão associados às expansões das cidades com maiores restrições ao uso da terra nos próximos anos, torna-se necessário ampliarmos o debate sobre a necessidade de conservação dos sistemas produtivos. Há uma necessidade eminente em torná-los mais eficientes e produtivos, considerado um recurso natural cada vez mais escasso, de acesso limitado e dependente de insumos para alcançarmos uma produtividade suficiente para atender as necessidades humanas.

Nesse cenário, as mudanças nos sistemas produtivos globais com influências diretas na produção agropecuária e no clima do planeta apresentam grandes desafios para as próximas décadas, mas também, geram grandes expectativas e oportunidades para o desenvolvimento de novas tecnologias menos impactantes ao ambiente e mais eficientes para produção de alimentos em todo planeta.

REFERÊNCIAS

AGUIRRE, P. F.; OLIVO, C. J.; SIMONETTI, G. D; NUNES, J. S.; SILVA, J. O.; SANTOS, M. S.; ANJOS, A. N. A. **Produtividade de pastagens de Coastcross-1 em consórcio com diferentes leguminosas de ciclo hibernal.** Ciência Rural, v. 44, p. 2265 – 2272, 2014.

AMORIM, D. S., SILVA, A. L., SOUSA, S. V., SOUSA, P. H. A. A. & REIS, Á. L. A. **Caracterização e restrições de forrageiras indicadas para as diferentes espécies de animais de produção–revisão.** Revista Eletrônica Científica da UERGS, v. 3, p. 215 - 237, 2017.

ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; WADT, P. G. S. Recomendação de calagem e adubação para pastagens no Acre. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, Embrapa Acre. **Circular técnica, 46**, 2002, 6p.

BASSO, K. C.; CECATO, U.; LUGÃO, S. M. B.; GOMES, J. A. N. BARBERO, L. M.; MOURÃO, G. B. **Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastos de Panicum maximum Jacq. Cv. IPR-86 Milênio submetido a dose de nitrogênio.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.11, n.4, p.976-989, 2010.

BRAZ, S.P.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; JANTALIA, C.P.; GUIMARÃES, A.P.; SANTOS, C.A.; SANTOS, S.C.; PINHEIRO, E.F.M.; BODDEY, R.M. **Soil Carbon Stocks under Productive and Degraded Urochloa Pastures in the Brazilian Cerrado.** Soil Science Society of America Journal, v.77, p. 914 - 928, 2013.

BRODIRSKY, B. L.; ROLINSKI, S.; BIEWALD, A.; WEINDL, I. POOP, A.; LOTZE-CAMPEN, H. (2015). **Global food demand scenarios for the 21st century.** PLos One 10. Disponivel em: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0139201>. Acesso em: 27 jul. 2021.

CARVALHO, A. M. Adubação verde pode melhorar a qualidade dos solos e ainda recuperar áreas degradadas. Disponível em: <http://www.sna.agr.br/adubacao-verde-podemelhorar-a-qualidade-dos-solos-e-ainda-recuperar-areas-degradadas/>. Acesso em: 27 jul. 2021.

CARVALHO, W. T. V.; MINIGHIN, D. C.; GONÇALVES, L. C.; VILLANOVA, D. F. Q.; MAURICIO, R. M.; PEREIRA, R. V. G. **Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: revisão.** PUBVET, v. 11, n. 10, p. 1036 - 1045, 2017.

CARVALHO, J. S., KUNDE, R. J., STÖCKER, C. M., LIMA, A. C. R. & SILVA, J. L. S. **Evolução de atributos físicos, químicos e biológicos em solo hidromórfico sob sistemas de integração lavoura-pecuária no bioma Pampa.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, p. 1131 – 1139, 2016.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. DE SERVERINO, E. DA. C.; OLIVEIRA, M. A. de. **Doses de nitrogênio na nutrição mineral de capim-Marandu.** Ciência Animal Brasileira, v.10, n.1 p.115-123, 2009.

CUNHA, J. F. Resenha – Adubação fosfatada em pastagens. In: Torres Junior, A. M.; Oliveira Filho, F. P. W.; Marzocchi, M. Z. Encontro dos encontros da Scot Consultoria, 1. Ribeirão Preto, 2013.

CURI, N., LARACH, J. O. I.; KAMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de Ciência do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 1993, 90p.

DELARMELINDA, E. A.; SAMPAIO, F. A. R.; DIAS, J. R. M.; TAVELLA, L. B.; SILVA, J. S. da. **Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO.** Acta Amazonica, Manaus, v. 40, n. 3, p. 625 – 628, 2010.

DIAS-FILHO, M. B. Degradação de pastagens: o que é e como evitar. EMBRAPA. Distrito Federal. 2017. 19p.

DIAS-FILHO, M.B. A necessidade do profissional em projetos de recuperação de áreas degradas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRONOMIA, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2015.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Amazônia Oriental, Documentos 402, Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA, 2014.

DIM, V. P. CASTRO, J. G. D. ALEXANDRINO, E. SANTOS, A. C.; SILVA NETO, S. P. **Fertilidade do solo e produtividade de capim Mombaça adubado com resíduos sólidos de frigorífico.** Revista Brasileira Saúde Produção Animal, v.11, n.2, p. 303 – 316, 2010.

FABRICE, C. E. S.; SOARES FILHO, C. V.; PINTO, M. F.; PIERRI, S. H. V.; CECATO, U.; MATEUS, G. P. **Recuperação de pastagens de Urochloa decumbens degradada com introdução de Stylosanthes e adubação fosfatada.** Revista Brasileira Saúde e Produção Animal, Salvador, v. 16, n. 4, p. 758 - 771, 2015.

FAO. **The state of food and agriculture**. Rome: FAO, 2009. Disponível em: <http://bit.ly/dcsAFD>. Acesso em: 27 jul. 2021..

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. D. **Production systems - An example from Brazil.** Meat Science, v. 84, n. 2, p. 238 – 243, 2010.

FERREIRA, E. M.; ANDRAUS, M. P.; CARDOSO, A. A.; COSTA, L. F. S.; LOBO, L. M.; LEANDRO, W. M. **Recuperação de áreas degradadas, adubação verde e qualidade da água.** Revista Monografias Ambientais – REMOA. v.15, n.1, p.228 – 246, 2017.

FRANCISCO, E. A. B.; BONFIN-SILVA, E. M.; TEIXEIRA, R. A. **Aumento da produtividade de carne via adubação de pastagens**. Informações Agronômicas, n. 158, 2017.

GRISA, D. C.; CAPANEMA, L. X. L. **Resíduos sólidos**. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/browse?type=author&value=Grisa%2C+Daniela+Cristina>. Acesso em: 27 jul. 2021.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2014.

LAURANCE, W. F.; SAYER, J.; CASSMAN, K. G. **Agricultural expansion and its impacts on tropical nature.** Trends in Ecology and Evolution, USA, Issue 2, v. 29, p. 107-116, 2014.

MARIOTI, J.; BERTOL, I.; RAMOS, J. C.; WERNER, R. S.; PADILHA, J.; BANDEIRA, D. H. Erosão hídrica em semeadura direta de milho e soja nas direções da pendente e em contorno ao declive, comparada ao solo sem cultivo e descoberto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.37, n.5,p. 1361 – 1371, 2013.

MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. **Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa, p. 308 - 318, 2015.

MACEDO, M. C. M. **Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, p. 133 - 146, 2009.

NARANJO, J. F.; CUARTAS, C A.; MURGUEITIO, E.; CHARÁ, J.; BARAHONA, R. **Balance de gases de efecto invernadero em sistemas silvopastoriles intensivos com Leucaena leuchocephala em Colombia.** Livestok Research for Rural Development. v. 24, p. 15, 2012.

OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, W. S.; CORSI, M. **Fertilização com N e S na recuperação de pastagens de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 34, p. 1121–1129, 2005.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. **Degradação de pastagens em regiões do cerrado.** Ciência e Agrotecnologia, v. 28, p. 655-661, 2004.

SAATH, K. C. De O. FACHINELLO, A. L. **Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil**. Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília, v. 56, n. 2, p. 195-212, 2018.

SALTON, J. C., MARCANTE, F. M., TOMAZI, M., ZANATTA, J. A., CONCENÇO, G., SILVA, W.M.; RETORE, M. **Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system.** Agriculture, Ecosystems and Environment.v. 190, p. 70 – 79, 2014.

SANTOS, D. C., JÚNIOR, R. G., VILELA, L., PULROLNIK, K., BUFON, V. B. & SOUZA, A. F. F. **Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah.** Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 233, p. 16 - 24, 2016.

SANTOS, A. T. L.; HENRIQUE, N. S.; SHHLINDWEIN, J. A.; FERREIRA, E.; STACHIW, R. **Aproveitamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos para produção de composto orgânico.** Revista Brasileira de Ciências da Amazônia, Rondônia. v. 3, n.1, p. 15 - 28, 2014.

SILVA, A.; SANTOS, F. L. S.; BARRETTO, V. C. M.; FREITAS, R. J.; KLUTHCOUSKI, J. **Recuperação de pastagem degradada pelo consórcio de milho, Urochloa brizantha cv. marandu e guandu.** Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS. v. 5, n. 2, p. 39-47, 2018.

SILVA, R. R.; GILSON, G. A.; CARNEIRO, J. S. S.; RAMALHO, F. F.; MELO, A. V.; ALEXANDRINO, G. C.; ANDRADE, V. S. O**. Global Science Technology**, Rio Verde, v. 11, n. 02, p. 49 - 64, 2018.

UNITED NATIONS. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September2015: transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. UnitedNations General Assembly. 2015. Disponívelem:https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld. Acesso em: 27 jul. 2021.

VILELA, L; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M. MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JUNIOR, R.; KARINA PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. **Sistemas de integração lavoura – pecuária na região do cerrado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF, v. 46, n.10, p. 1127 - 1138, 2011.

VILELA, L.; SOARES, W. S.; SOUZA, D. M. G; MACEDO, M. C. M. IN: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**, Brasília: EMBRAPA, 2004, 416p.

VILELA, H. **Pastagem: seleção de plantas forrageiras, implantação e adubação**. ed. Aprenda fácil Editora, Viçosa, MG, 2005, 339p.

CAPÍTULO 9

UTILIZAÇÃO DE SILÍCIO EM PASTAGEM

Data de aceite: 11//10/2021

Guilherme Constantino Meirelles
Universidade Estadual Paulista, Departamento de Produção Vegetal, Botucatu, São Paulo, https://orcid.org/0000-0002-4275-1369

Izabela Thais dos Santos
Universidade Estadual Paulista, Departamento de Produção Vegetal, Botucatu, São Paulo, Brasil, https://orcid.org/0000-0003-1238-8244

Maikon Vinicius da Silva Lira
Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, São Paulo, https://orcid.org/0000-0001-7988-8521

Viviane Modesto Arruda
Universidade do Estado de Minas Gerais, Ubá, Minas Gerais, https://orcid.org/0000-0001-7793-7449

Antônio dos Santos Júnior
Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba, Minas Gerais, https://orcid.org/0000-0002-5434-5034

Liany Divina Lima Miranda
Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, https://orcid.org/0000-0002-1709-4715

RESUMO: No Brasil a base da alimentação do gado é a pastagem. O manejo adequado da pastagem proporciona alta produtividade e qualidade da farragem ofertada, deste modo, faz necessário a aplicação de fertilizantes e dentre estes os silicatados. O silício empregado nas culturas promove diversos benéficos, tantos nos aspectos morfológicos quantos nos fitossanitários, principalmente em espécies da família da Poaceae. Em vários países o silício é utilizado como fertilizantes, e é aplicado na forma de silicato de cálcio e magnésio. Podendo agir na correção da acidez do solo e auxiliar na disponibilidade de cálcio e magnésio. Além disso, o silício atua como elemento benéfico as plantas e pode acarretar em aumento de produtividade das forrageiras. Há algumas fontes do elemento com ação de corretivo de acidez do solo, e que faz a precipitação do alumínio. Outra vantagem da aplicação é o auxílio do silício aos mecanismos de defesa das espécies forrageiras, auxiliando no controle de algumas pragas e na amenização de estresses por fatores abióticos. Deste modo, o uso de silício auxilia no desenvolvimento das plantas, e para isso faz-se necessário a observação dos teores de silício no solo e nas forrageiras, bem como dos demais nutrientes para que as espécies forrageiras apresentem sua máxima capacidade produtiva.

PALAVRAS-CHAVE: espécies forrageira, fertilização silicatada, pecuária.

USE OF SILICON IN PASTURE

ABSTRACT: In Brazil, the basis for feeding the cattle is pasture. The proper management of the pasture provides high productivity and quality of the forage offered, thus, it is necessary to apply fertilizers and among these, the silicates. The silicon used in crops promotes several benefits, both in morphological and phytosanitary aspects,

mainly in species of the Poaceae family. In several countries silicon is used as fertilizer, and it is applied in the form of calcium and magnesium silicate. It can act to correct soil acidity and assist in the availability of calcium and magnesium. In addition, silicon acts as a beneficial element for plants and can increase forage productivity. There are some sources of the element that correct soil acidity and cause aluminum precipitation. Another advantage of the application is that silicon helps the defense mechanisms of forage species, helping to control some pests and to alleviate stresses caused by abiotic factors. Thus, the silicon use helps the plants development, and for this it is necessary to observe the silicon levels in the soil and in forages, as well as other nutrients for the forage species to present their maximum productive capacity.
KEYWORDS: forage species, silicate fertilization, livestock.

1 I INTRODUÇÃO

As pastagens são a base da nutrição dos rebanhos brasileiros. E grande parte do rendimento, da qualidade e da precocidade do produto depende de como as pastagens são utilizadas para o consumo e ou exploradas, sendo que o estabelecimento e o manejo das pastagens têm suma importância para evitar a degradação e garantir a sustentabilidade do sistema sem diminuir a qualidade nutricional dos produtos à base de carne. A escolha da técnica determina a dinâmica de produção e utilização de forragem, o desequilíbrio pode reduzir de maneira qualitativa e quantitativa a cultura forrageira (LUZ et al., 2011)

O silício (Si) compõem rochas, areia e argila, ocupando 27,7% da crosta terrestre, além disso, pode estar presente em tecidos e compostos orgânicos de algumas plantas. O silício é considerado um elemento benéfico às plantas por proporcionar desenvolvimento, crescimento e incremento de produtividade. No solo esse elemento pode encontrar ligado com o alumínio, magnésio, cálcio, sódio, potássio ou ferro na constituição dos silicatos (DECHEN e NACHTIGALL, 2007).

O emprego do silício na agricultura vem promovendo diversos benéficos principalmente para as gramíneas. Muitos são os países que empregam o silício como fertilizantes, como Brasil, Japão, Estados Unidos, Austrália e África do Sul, sendo que em alguns países como o Japão a adubação com silício é realizada em gramíneas como arroz e cana-de-açúcar, aplicado na forma de silicato de cálcio e magnésio (RODRIGUES et al., 2011).

Os fertilizantes silicatados podem ser empregados para auxiliar no fornecimento de cálcio, magnésio e silício, e ainda pode ser usado como corretivo de acidez do solo e contribuir no manejo integrado de pragas, por promover a indução de resistência às plantas (RODRIGUES et al., 2011).

O silício pode ser encontrado em diversas formas no solo, dentre elas encontramos

maior concentração do nutriente na forma de ácido monosilícico (H_4SiO), esse elemento está presente na forma amorfa (irregular) nas paredes celulares nas plantas, auxiliando a rigidez e elasticidade. Sendo que, para algumas espécies são encontrados em seus tecidos altas concentrações de silício, o que auxilia no crescimento e produtividade dessas plantas (DECHEN e NACHTIGALL, 2007).

A utilização do silício aumenta a produção agrícola, auxilia na proteção da planta ao estresse salino e oxidativo, pois estimula a expressão de proteínas que atuam no processo de fotossíntese e no metabolismo celular (MANIVANNAN et al., 2016).

Um dos métodos empregados para incrementar teores de Si no solo é a aplicação de escórias de siderurgia que proporciona aumentos lineares deste elemento (Fonseca et al., 2009). Ainda Fonseca et al., 2009, observaram que no segundo corte de *U. brizantha* cv. marandu, foi possível obter maiores produções de matéria seca e absorção de silício quando houve aplicação de nitrogênio aliada a aplicação de escórias de siderurgia.

A liberação de sílica solúvel se dá pela hidrólise, onde os elementos ionizados da água promovem uma substituição com outros íons que constituem um mineral, os cátions liberados como o cálcio e o potássio nas plantas são utilizados para sua nutrição, do mesmo modo que outros elementos que ocasionam acidez e/ou toxidez as plantas (LEPSCH, 2011).

2 | USO DE SILICATO EM PASTAGEM

A utilização de silicato de cálcio e magnésio apresenta níveis de correção do solo e auxilia na disponibilidade de Ca e Mg, bem como o calcário dolomítico, assim o silicato pode substitui-lo (PULZ et al., 2008).

A utilização de silicato de cálcio aumenta o teor de silício na parte aérea das espécies *Magathyrsus maximus* cv. Mombaça e *U. Brizantha*, sendo que os teores foram duas vezes maiores do a não aplicação do silicato de cálcio, mostrando assim que a fonte utilizada é capaz de liberar silício no solo para que a planta possa absorver (KORNDÖRFNER, 2010).

2.1 Aplicação no solo

No solo a utilização do silicato de cálcio atua na correção da acidez, modificando o pH, isso na camada de 0 a 10 cm, além de melhorar a fertilidade do solo tais benefícios podem ser observados principalmente aos 365 dias após realização da aplicação com silicato de cálcio (LUZ et al., 2011). A aplicação de silicato de cálcio nas doses de 2 a 6 t ha^{-1} promove incremento nas concentrações de silício no solo e nas folhas de capim braquiária. A aplicação de doses de silicato de cálcio pode proporcionar um incremento do elemento no solo e nas plantas. Deste modo, as doses de silicato de cálcio melhoram a composição química e a produção de massa seca de plantas de braquiária em pré-pastejo (LUZ et al., 2011).

A aplicação de silício em culturas que passam por estresse abiótico e biótico pode proporcionar aumento na média de biomassa vegetal e rendimento das culturas em 35% e 24% respectivamente. Os efeitos benéficos do silício em plantas submetidas diferentes estresses dependem das espécies de plantas e cultivares (Li et al., 2018).

Ainda Li et al., 2018, são necessários elucidar pesquisas que visam avaliar as relações de acoplamento entre Si e elementos essenciais da planta, bem como a restauração de carbono na biomassa vegetal, relação entre o ciclo biogeoquímico de silício.

2.2 Aplicação foliar de silicato

As aplicações de silício foliar em plantas forrageiras das espécies *M. maximus* cv. Mombaça apresentaram aumento de 14% e 15% da produção de matéria seca no segundo e terceiro corte, respectivamente, comparando com a *Urochloa decumbens* cv. Basilisk. Em relação ao acúmulo de silício na parte aérea, a espécie *U. decumbens* obteve maiores valores quando comparada com o *M. maximus* tal resposta deve se ao efeito diluição dos nutrientes, deve ao maior incremento de matéria seca devido a fertilização silicatada, observadas no segundo e terceiro cortes (SAVIO et al., 2011).

De acordo com Buchelt (2019) a aplicação de duas fontes de silício via fertirrigação, a acarretou aumento da produção e do teor de proteína bruta das forrageiras BRS Zuri (*M. maximus*) e BRS RB331 Ipyporã (híbrido *Urochloa ruziziensis* x *Urochloa brizantha*). Para os outros parâmetros avaliados como acúmulo de Si na parte aérea, número de perfilhos e de folhas, área foliar, eficiência do uso de nitrogênio, massa seca da parte aérea e acumulada, teores de N e de proteína bruta obteve-se aumento independente da fonte utilizada.

Os benefícios da utilização de fertirrigação de Si é agronomicamente eficaz no cultivo de forrageiras, pois incrementa na produção e no teor de proteína bruta dessas espécies (BUCHELT, 2019).

3 I BENEFÍCIOS DO USO DO SILÍCIO

A aplicação de silício favorece tantos os aspectos morfológicos quanto fitossanitários das culturas, principalmente em espécies da família da Poaceae.

Para Taiz e Zeiger, 2013, plantas que apresentam deficiência em silício ficam mais propensas a acamamento, atua no mecanismo de defesa das plantas e a contaminação por fungos, pois o Si ele constitui a paredes celulares e espaços intercelulares e promove a mitigação da toxicidade por metais pesados, alumínio e manganês.

Com a utilização de silicato de cálcio em *M. maximus* cv. Mombaça e *U. brizantha* aumentam os teores de silício nas plantas, mas não teve efeito na produtividade de matéria seca, e ainda o incrementa os valores de pH, fazendo com que haja uma neutralização do alumínio, e auxilia no aumento da saturação por bases no solo (Korndörfner, 2010).

Em solos com elevado grau de intemperismo que estão nas regiões tropicais e subtropicais, aliada a culturas acumuladoras de silício, mostra que o silicato de cálcio é uma fonte que tem acelerada dissolução em um solo ácido, liberando o silício na forma de ácido silícico, que tem algum potencial de reduzir a acidez do solo e a toxidez por alumínio, enquanto que outras fontes disponibilizam pequenas quantidades solúveis do elemento, não tendo eficácia para neutralizar a acidez do solo, bem como agir para neutralizar os efeitos do alumínio nas raízes (KEEPING, 2017).

3.1 Condição abiótica x absorção de silício

Há efeito da interação entre a aplicação de silicato de cálcio no solo e a precipitação, no qual a aplicação de silicato de cálcio proporcionou incremento na umidade do solo, no entanto deve se ressaltar que esse comportamento ocorre apenas em locais de elevadas precipitações (RYALLS et al., 2018).

Em condições em que ocorreram alta intensidade de chuvas as alturas de plantas foram maiores do que onde tem estresse hídrico, e ainda observou que a utilização do silicato de cálcio proporcionou maiores alturas de plantas em ambas as condições quando comparado com solo sem aplicação de silício (RYALLS et al., 2018).

A aplicação do silicato de cálcio não afetou a quantidade de perfilhos, porém comparada a não aplicação apresentou maior teor de silício no solo, assim como ocorreu para a disponibilidade do nutriente no solo, no entanto se tratando do teor do elemento na planta nota-se que não houve incrementos (RYALLS et al., 2018).

Nota que a concentração de silício nas raízes foi reduzida em condições de restrição de água e aumentou a de concentração de carbono, em que apresenta correlações negativas, enquanto que em condições com chuva em que se tem água a disposição para plantas há maior absorção de Si, no qual aumenta na parte aérea em relação com a concentração nas raízes A chuva interage aumentando a eficiência de absorção de Si em 84% quando se tem alta precipitação e reduz em 40% em condições de seca (RYALLS et al., 2018).

3.2 Incremento de silício em forrageiras x produtividade

Nas folhas a concentração de silício é maior quando é utilizado o silicato de cálcio aplicado ao solo, a aplicação promove aumento nos teores do Si solo como no Latossolo Vermelho eutroférrico de 32 para 40 g kg^{-1}, Latossolo Vermelho distroférrico de 26 para 37 g kg^{-1} e o Argissolo Vermelho de 25 para 52 g kg^{-1}, o que representou incrementos de 25%, 42% e 108% na concentração de silício na parte aérea da *Urochloa* (SARTO et al., 2019). No entanto, não apresentou efeitos na matéria seca, matéria mineral e na proteína bruta da *Urochloa* (SARTO et al., 2019).

A produção de massa seca da *Urochloa brizantha* aumentou com a aplicação do

silicato de cálcio, e ainda o silicato promoveu maiores teores de cálcio, de silício e no pH do solo (SOUZA et al., 2009). Ainda, a utilização do silicato de cálcio acarretou em incrementos na parte aérea dessa espécie forrageira nos teores de nitrogênio, potássio, magnésio e silício, e aumentou a produção de massa seca da *U. brizantha* (SOUZA et al., 2009).

3.3 Atuação do silício no mecanismo de defesa de forrageiras

No Brasil há um crescente aumento de pesquisas relacionadas a aumento de resistência aos ataques de insetos com plantas que apresenta quantidade ótima de silício em seus tecidos. Algumas pesquisas apresentaram resultados com pragas incluindo incluem o pulgão-verde em trigo e sorgo, lagarta-do-cartucho em milho, broca-do-colmo em cevada, broca-da-cana-de-açúcar, lagarta-do-colmo em arroz, entre outros insetos-praga de culturas (CAMARGO et al., 2011).

A aplicação de silicato de cálcio na dose de 2,6 t ha^{-1} resulta em uma maior diminuição da população de ninfas de percevejo castanho com aproximadamente 63% quando comparado a não aplicação do silicato, no entanto para a dose de 4 t ha^{-1} de silicato de cálcio a redução foi menor, sendo em torno de 45%, mostrando que a aplicação de silicato pode ser eficaz na diminuição da população do percevejo castanho em *U. brizantha* (SOUZA et al., 2009).

Para Barker, 1989, estudando a oviposição do gorgulho-das-pastagens *Listronotus bonariensis* (Kuschel) observou-se que em plantas forrageiras com maior deposição de silício na epiderme da bainha de folhas apresentaram menor ovoposição.

Em uma pequena quantidade de gramíneas a vantagem de baixo teor de fibra é contrariado por componentes químicos e físicos da planta, que pode ser observado na ovoposição, a qual a alimentação a prioridade na alimentação pode ser mudada de acordo com o nível de silicatagem nas bainhas, assim a escolha de gramíneas com maior palatabilidade e digestibilidade para ruminantes pode ter relação com a maior propensão ao aparecimento do gorgulho, e ainda pode ser acrescentado um nível de silício na bainha que auxilia na maior resistência aos gorgulho sem que haja alterações na palatabilidade ou digestibilidade das pastagens (Barker, 1989).

3.4 Silício: mecanismo mecânico ou químico de tolerância?

Os insetos constituem cerca de 80% da vida animal e são os principais consumidores da produção primária terrestre. Alguns têm hábito herbívoro em alguma fase de sua vida e/ou em toda ela, tendo um importante papel ecológico. Devido à quantidade de individuo eles podem ocupar diversos nichos e grande parte pode acabar transformando em pragas de grande importância em diversas cultuas de valor econômico, devido ao desequilibro ecológico, dentre outros fatores (CAMARGO et al., 2011).

O emprego de silício em áreas cultivadas promove melhoria no metabolismo celular das plantas, ativa genes relacionados a produção de enzimas que atua no mecanismo de defesa da planta a insetos-pragas. No entanto além do efeito bioquímico e o efeito mecânico, tais efeitos apresentam controle das pragas, sendo por meio de liberação de compostos que repelem tais insetos e formação de pelo e tricomas, respectivamente (CAMARGO et al., 2011).

Deste modo, observamos dois tipos de defesa mecânica e química que afetam insetos mastigadores e sugadores, respectivamente. Estes atuam nos hábitos alimentares das pragas de modo que reduz o consumo da seiva, raspagem das folhas e além de reduzir o crescimento populacional de algumas espécies (CAMARGO et al., 2011).

Contudo, faz-se necessário o entendimento da biologia dos insetos-pragas bem como a cadeia produtiva das culturas para entender o hábito alimentar do inseto e adaptar-se à aplicação de silício tanto por meio foliar ou pelo solo, dosagem apropriada, época de aplicação ideal e associação de outras táticas de manejo que visa a eficácia no momento do controle (CAMARGO et al., 2011).

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de silício via fertilizantes pode acarretar acréscimos de produtividade de espécies forrageiras. Além disso, algumas fontes podem ter ação na acidez do solo, bem como precipitar o alumínio, auxiliar no incremento de nitrogênio e no teor de proteína bruta das pastagens.

Outros aspectos que a aplicação de silicatos pode favorecer que estão relacionados aos mecanismos de defesa das forrageiras resultando no controle de algumas pragas em pastagem e além de beneficiar as plantas estressadas por fatores abióticos (estresse hídrico).

Sendo assim, o uso do silício na agricultura vem promovendo diversos benéficos, principalmente para as plantas da família da Poaceae. Porém, deve-se observar os teores no solo e nas folhas do elemento e de outros nutrientes, para que as forrageiras possam expressar sua máxima produtividade.

REFERÊNCIAS

BUCHELT, A.C. **Silício na mitigação de deficiência nutricional e formas de aplicação via fertirrigação e foliar em plantas forrageiras.** UNESP, Jaboticabal. Tese de doutorado, 87p.2019.

BARKER, G.M. Grass host preferences of *Listronotus bonariensis*. **Journal Economic Entomology**, v. 82, p. 1807 – 1816, 1989.

CAMARGO, J.M.M.; MORAES, J.C.; ZANOL, K.M.R.; QUIROZ, D.S.L. Interação silício e insetos-praga: defesa mecânica ou química? **Revista de Agricultura,**v. 86, n. 1, p. 62 - 79, 2011.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo.** Sociedade brasileira de ciência do solo, Viçosa, MG, p. 92 - 132, 2007.

FONSECA, I.M.; PRADO, R.M.; VIDAL, A.A.; NOGUEIRA, T.A.R. Efeito da escória, calcário e nitrogênio na absorção de silício e na produção de capim-marandu. **Bragantia**, v. 68, n. 1 p. 221-232, 2009.

KEEPING, M.G. Uptake of Silicon by Sugarcane from Applied Sources May Not Reflect Plant-Available Soil Silicon and Total Silicon Content of Sources. **Journal of Animal Ecology**, v.77 p. 631 - 633, 2008.

KORNDÖRFER, P.H.; SILVA, G.C.; TEIXEIRA, I.R.; SILVA, A.G.; FREITAS, R.S. Efeito da adubação silicatada sobre gramíneas forrageiras e características químicas do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 2, p. 119- 225, 2010.

LEPSCH, I.F.**19 Lições de pedologia**. Oficina de Textos, São Paulo, 2011, 456p.

LI, Z.; SONG, Z.; YAN, Z.; HAO, Q.; SONG, A.; LIU, L.; YANG, X.; XIA, S., LIANG, Y. Silicon enhancement of estimated plant biomass carbon accumulation under abiotic and biotic stresses. A meta-analysis. **Agronomy for sustainable development**, v. 38, n. 26 p. 1 - 19, 2018.

LUZ, P.H.C.; FARIA, L.A.; MACEDO, F.B.; HERLING, V.R.; SANCHES, A.B.; RODRIGUES, R.C. Effect of silicate fertilization on soil and on palisade grass plants under grazing intensities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1458 - 1465, 2011.

MANIVANNAN, A.; SOUNDARARAJAN, P.; MUNEER, S.; HO KO, C.; JEONG, B.R.. Silicon Mitigates Salinity Stress by Regulating the Physiology, Antioxidant Enzyme Activities, and Protein Expression in Capsicum annuum‘Bugwang. **BioMed Research International**, 2016, p. 1-14.

PULZ, A.L.; CRUSCIOL, C.A.C.; LEMOS, L.B.; SORATTO, R.P. Influência de silicato e calcário na nutrição, produtividade e qualidade da batata sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1651-1659, 2008.

RYALLS, J.M.W.; MOORE, B.D.; JOHNSON, S.N. Silicon uptake by a pasture grass experiencing simulated grazing is greatest under elevated precipitation. **BMC Ecolology**, v.18, n. 53, p. 1 - 8, 2018.

RODRIGUES, F.A.; OLIVEIRA, L.A.; KORNDORFER, A.P.; KORNDORFER, G.H.**Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas**. Informações Agronômicas, n. 134, 2011, 20p.

SARTO, J. R. W.; NERES, M. A.; NATH, C. D.; BASSEGIO, D.; SARTO, M. V. M. Can silicon (Si) fertilization influence the production and nutritional value of *Urochloa* convert HD364.**Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 1317 - 1328, 2019.

SAVIO, F. L.; SILVA, G. C.; TEIXEIRA, I. R.; BORÉM, A. Produção de biomassa e conteúdo de silício em gramíneas forrageiras sob diferentes fontes de silicato. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 103 - 110, 2011.

SOUZA, E.A.; MORAES, J.C.; AMARAL, J.L.; LIBERATO, R.D.; BONELLI, E.A.; LIMA, L.R.Efeito da aplicação de silicato de cálcio em *Urochloa brizantha* cv. marandu sobre a população de ninfas do percevejo castanho das raízes *Scaptocoris carvalhoi* becker, 1967, características químicas do solo, planta e produção de matéria seca. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 6, p. 1518-1526, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Techbooks, 5 ed. 2013, 918p.

CAPÍTULO 10

FORRAGEIRAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Data de aceite: 11//10/2021

Érico de Sá Petit Lobão
Fundação Pau Brasil
https://orcid.org/0000-0002-2623-5612

Alexandro Pereira Andrade
Universidade do Estado da Bahia
https://orcid.org/0000-0002-2813-4882

Elizanilda Ramalho do Rêgo
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0001-7376-7569

José Geraldo Mageste
Universidade Federal de Uberlândia
https://orcid.org/0000-0003-2944-6084

Antônio dos Santos Junior
Universidade do Estado de Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/8292851297406892

Dan Érico Lobão
CEPLAC/Universidade Estadual de Santa Cruz
http://lattes.cnpq.br/0267769773375489

Raúl René Valle
CEPLAC/Universidade Estadual de Santa Cruz
https://orcid.org/0000-0002-3641-4032

Katia Curvelo Bispo
Universidade Estadual de Santa Cruz
http://lattes.cnpq.br/1130889845808005

RESUMO: Atualmente, existe uma demanda enorme interna e externa pela sustentabilidade nos sistemas produtivos, sobretudo pela baixa emissão de carbono, o que têm levado produtores da matriz agropecuária a utilizar sistemas de produção mais eficientes, tais como os sistemas agroflorestais. A seleção de espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas, com potencial forrageiro e adaptadas a ambientes sombreados, tem sido preponderante para o sucesso da produção animal nestes ambientes. Assim, neste capítulo serão abordados temas relevantes, destacando a fotoassimilação de gramíneas, para que os produtores e a indústria possam ter melhores decisões na seleção destas espécies com maior habilidade para consórcios e recrutamento para a implantação e desenvolvimento de sistemas agroflorestais no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Espécies arbóreas, espécies herbáceas, tolerância ao sombreamento, fotoassimilação.

ABSTRACT: Currently, there is a huge internal and external demand for sustainability in production systems, especially for low carbon emissions, which have led producers of the agricultural matrix to use more efficient production systems, such as agroforestry systems. The selection of tree, shrub and herbaceous species, with forage potential and adapted to shaded environments, has been predominant for the success of animal production in these environments. Thus, this chapter will address relevant topics, highlighting the photoassimilation of grasses, so that producers and industry can have better decisions in the selection of these species with greater skill for consortia and recruitment for the implementation and development of agroforestry systems in Brazil.

KEYWORDS: Tree species, herbaceous species, shading tolerance, photoassimilation.

1 I INTRODUÇÃO

A produção animal a pasto é uma estratégia empregada em todo o território brasileiro devido a condições privilegiadas de clima (com razoável distribuição de umidade durante o ano) e solo (que apesar de baixa fertilidade natural, possui profundidade que permite crescimento de forragens) em praticamente em todas as regiões e ao longo do ano agrícola (PACIULLO et al., 2014). Mas, de maneira geral o manejo da pastagem ocorre de modo pouco eficiente, o que ocasiona perda significativa na qualidade, pequena taxa de lotação e pouco uso do potencial produtivo dos animais. Todo esse quadro pode ser melhorado com maiores conhecimentos sobre as espécies forrageiras empregadas, mesmo nas pastagens naturais.

Por outro lado, a grande pressão imposta pelos importadores e os compromissos brasileiros de produzir de modo sustentável, com baixa emissão de carbono, têm induzido os produtores a utilizar sistemas consorciados de produção mais eficientes, ou seja, os sistemas agroflorestais (SAFs). Estes têm como objetivo principal proporcionar incremento em qualidade do solo, conforto térmico para os animais, aumento de renda para o produtor rural, aumentar o sequestro de carbono, dentre outros (PACIULLO et al., 2014).

Alguns fatores ambientais devem ser levados em consideração considerando-se sombreamento advindo das copas das árvores sobre as forragens. Elas são exigentes em energia para produção de biomassa e isto é muito importante no manejo do pasto e dos animais. Desta forma, neste capítulo serão abordados fatores relacionados a seleção de espécies arbóreas, bem como de forrageiras adaptadas a ambientes sombreados, comuns nos SAFs já consolidados.

2 I SELEÇÃO DO COMPONENTE ARBÓREO

A seleção do componente arbóreo é de suma importância para o sucesso de um projeto de produção em qualquer dos tipos de sistemas agroflorestais (SAFs), em função da interferência imposta pelas árvores a espécies cultivadas em sub-bosque. Esta escolha deve acontecer muito antes de se iniciar a instalação. O grande interesse em introduzir espécies de eucaliptos e pinus nos SAFs se deve a possível utilização industrial das madeiras destas espécies. No entanto, não pode ser ignorado que as organizações silviculturais brasileiras contam com orientações técnicas de nível elevado. Muitas vezes com Engenheiros Florestais, especialistas em Melhoramento Florestal que podem indicar materiais genéticos já estudados e mais apropriados para as várias condições edafoclimáticas (MACEDO et al, 2010).

Já os “Fazendeiros Florestais” precisam correr atrás de segurança para esta valiosa

tomada de decisão. O componente arbóreo deve assegurar o sombreamento adequado num sistema silvipastoril, mas também deve gerar renda e lucro com a comercialização dos bens madeireiros e não madeireiros, como sementes, resinas, frutos, etc. Assim, é recomendável que estes fazendeiros não passem a acreditar somente nos viveiristas, que em muitos casos, estão ansiosos para vender as mudas que possuem, sem se preocupar com as variações genéticas (MAGESTE; SILVA, 2019). Brasil afora, muitos estão plantando clones de eucalipto ou até mesmo espécies florestais como teca (*Tectona grandis*) que não são próprias para aquela região, podendo, em determinada idade, acontecer grande mortalidade ou até a perda total da produção. A escolha do material genético a ser usado no SAF deve atender a finalidade da madeira a ser produzida e as características de solo e clima regional.

Alguns critérios podem ser considerados visando o uso da madeira advinda de um SAF como: para fins energéticos (carvão ou cavaco), devem ser usados clones de maior densidade (acima de 0,45 g cm^{-3}), eles possuem maior concentração de lignina; madeira comercializada para produção de celulose e papel com clones de menor densidade; postes (estacas) devem vir de espécies como *Corymbia citriodora* ou *Eucalipto cloeziana* (possuem maior resistência a flexão e racham menos). Algumas espécies como araribá rosa (*Centrolobium tomentosum*) e pau pereira (*Platyciamus regnelli*) não se beneficiam com maiores volumes nos SAFs, mas apresentam melhores formas de fustes para serraria (GURGEL FILHO, 2002). As espécies grevílea (*Grevillea robusta*) e timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), que são muito fáceis de se cultivar, apresentam copas de conformação desejada associada a fustes retos. Estas últimas com a vantagem de possuírem um sistema radicular com raiz pivotante lenhosa e com poucas raízes secundárias superficiais.

O hábito de crescimento e formação da copa é muito importante dentro do sistema agroflorestal, pois ajudará a definir o espaçamento e principalmente a densidade de plantio, como também as possibilidades de desbastes, com colheitas antecipadas (em torno do quarto ou quinto ano após plantio). O espaçamento entre as árvores vai depender do SAF adotado e do prévio planejamento. Para sistemas silvipastoris ou agroflorestais, exceto do tipo cabruca, podem ser usadas filas simples ou duplas. Se possível, em áreas planas no tipo agroflorestais, deve-se dar preferência à disposição das árvores no sentido Leste – Oeste, permitindo maior tempo de insolação nas entrelinhas.

3 | RESPOSTAS DE FORRAGEIRAS AO ESTRESSE LUMINOSO

O crescimento e desenvolvimento das espécies forrageiras é influenciada pelo meio no qual estas são cultivadas devido à plasticidade fenológicas, que permite as plantas a se adaptarem as condições locais. Desta maneira, em sistemas agroflorestais a pressão imposta pelo componente arbóreo estabelece restrições ao desenvolvimento

das forrageiras devido a limitação na disponibilidade e na qualidade de luz. Paciullo et al. (2014), relatam que as plantas forrageiras apresentam tolerância ao sombreamento apresentando~~-se~~ modificações morfofisiológicas em tais condições. As modificações decorrentes da baixa intensidade luminosa, podem ser refletidas em aumento dos espaços intracelulares no mesofilo, aumento considerável do limbo foliar, diminuição da espessura das folhas, da deposição de ceras, da espessura da cutícula na epiderme, bem como no aumento do número de estômatos (LIMA JR. et al., 2006; TAIZ; ZEIGER, 2017). Todos estes fatores proporciona uma melhor eficiência fotossintética, permitindo uma maior capacidade produtiva quando comparado a espécies não tolerantes ao sombreamento (PACIULLO et al., 2014).

3.1 Respostas morfofisiológicas das forrageiras

Em ambientes com restrição na luminosidade as plantas forrageiras alocam, relativamente, maior proporção de fotoassimilados para a produção de folhas, de modo a maximizar a interceptação da radiação fotossintética ativa (GOBBI et al., 2011). Tais alterações no padrão de alocação de biomassa estão associados ao aumento da relação parte aérea/sistema radicular, bem como na relação folha/perfilho, desta forma, associados a estes tem-se o aumento da área foliar especifica (AFE), alterações no ângulo foliar para obtenção de luz, redução do perfilhamento e das ramificações, alongamento do caule, pecíolos e entrenós, entre outros, conferindo tolerância a forrageira ao sombreamento (GOBBI et al., 2009).

Em estudos com gramíneas e leguminosas forrageiras em ambientes com restrições na luminosidade, Gobbi et al. (2009) observaram o incremento e altura média do dossel, que está diretamente relacionada ao aumento da lâmina foliar, maior comprimento do pecíolo e colmo, de modo a compensar a menor incidência de radiação. Em condições de baixa irradiação luminosa Gobbi et al. (2011) observaram o aumento em área foliar específica com o incremento nos níveis de sombra para as espécies *Brachiaria decumbens*, *Urochloa decumbens* cv. Basilisk e de *Arachis pintoi* cv. Amarillo, que segundo Evans e Poorter (2001), está relacionado ao fator fundamental na maximização do ganho de carbono por unidade de massa foliar. Por outro lado, tais alterações no padrão de alocação de biomassa influência significativamente a dinâmica de perfilhamento e a altura de pastejo, sendo necessário a readequação destes com o objetivo de proporcionar melhorias na manutenção da viabilidade e da qualidade do pasto.

Ao estudar os aspectos fisiológicos de forrageiras desenvolvidas em ambientes sombreados Oliveira et al. (2013), não observaram diferenças entre o teor de clorofila *b* em *Panicum maximum* syn. *Megathyrsus maximus* e *Andropogon gayanus* desenvolvidas em ambiente sombreados e a pleno solo, por outro lado, a concentração de clorofila *a* foi maior em condições de baixa luminosidade. Este fato pode estar relacionado à resposta das

forrageiras para melhorar o aproveitamento da radiação fotossinteticamente ativa, onde plantas de *M. maximus* e *A. gayanus* crescidas sob sombra apresentam menor relação entre clorofila *b* e *a* quando comparadas as desenvolvidas a pleno sol (OLIVEIRA et al., 2013). As espécies forrageiras *U. brizantha* e *U. humidicola* quando desenvolvidas em condições de sombreamento apresentaram maior concentração de clorofila total quando comparado às plantas cultivadas a pleno sol, não obstante, foi observado o menor ponto de compensação de luz em plantas de sombra o que reflete em menores taxas de respiração no escuro por unidade de área foliar características de plantas tolerantes a baixa radiação solar (DIAS FILHO, 2002; PACIULLO et al., 2014).

3.2 Alocação de fotoassimilados

A alocação de fotoassimilados em plantas forrageiras é completamente influenciada pelo ambiente de cultivo, visto que em condições de restrições de luminosidade, o fator limitante ao desenvolvimento é a radiação fotossinteticamente ativa. Desta forma, a planta direciona a sua produção para o desenvolvimento do seu maquinário fotossintético, de modo a favorecer a captação de luz, proporcionando concomitantemente a redução do sistema radicular e o aumento da relação parte aérea/raiz (DIAS FILHO, 2002; PACIULLO et al., 2010). Paciullo et al. (2010), relata que *U. brizantha* quando desenvolvida a sombra teve redução de até 70,5% de biomassa para as raízes, refletindo em maior relação parte aérea/sistema radicular. Tais resultados podem proporcionar maior vulnerabilidade do pasto ao pastejo e as condições de estresse, por exigir do sistema radicular para rebrota (DIAS FILHO, 2002).

Outro componente que é fortemente influenciado pelo sombreamento é o perfilhamento, que em tais condição de estresse por restrição da luminosidade tem-se a redução na taxa de emissão de novos perfilhos (FERNANDEZ et al., 2002; PACIULLO et al., 2007). Desta forma, para manter o desenvolvimento do perfilho a planta direciona o seu fotoassimilado para os perfilhos existentes em detrimento da formação de novos (PACIULLO et al., 2014).

4 | PRODUÇÃO DE FORRAGEM EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

A produção de forrageiras em sistemas agroflorestais pode ser prejudicado ou favorecido, dependendo da resposta das plantas ao sombreamento imposto pelo componente arbóreo. Desta maneira, fatores relacionados ao estádio de desenvolvimento do componente arbóreo, espaçamento, arranjo de árvores na área (PACIULLO et al., 2014), bem como a arquitetura da copa pode influenciar significativamente na quantidade e na qualidade da luz disponível em sub-bosque, impactando na produção de forragem.

Paciullo et al. (2014), relatam que em condições de sombreamento moderado

20% a 40% de radiação fotossinteticamente ativa, não proporciona impacto acentuado na produção de forrageiras, por outro lado, em condições com sombra acima de 40% observa-se efeitos nocivos na produtividade de forragem. Segundo Lopes et al. (2017) plantas de *U. decumbens* quando desenvolvidas em ambiente como sombra moderada de 20% apresentou massa da matéria seca semelhantes a plantas cultivada em pleno sol, evidenciando a maior alocação de foto assimilado para a produção de parte aérea de modo a elevar a eficiência fotossintética, fato não observado em sombreamento de 70% que proporcionou reduções de 59% de matéria seca.

Em estudo com 11 forrageiras cultivadas sob diferentes densidades de árvores 222 e 370 árvores por hectares no espaçamento de 15 x 3m e 9 x 3m, respectivamente, e a pleno sol sem árvores, observou-se que a massa seca bem como os componentes estruturais das forrageiras foram afetadas pelo arranjo do componente arbóreo na área. O componente arbóreo alterou as condições edafoclimáticas do consórcio, proporcionando respostas adaptativas das espécies forrageiras frente ao sombreamento na projeção da copa e nas entrelinhas do componente arbóreo, com destaque para as espécies *U. brizantha* e *Axonopus catharinensis* que sobressaiu às demais pela sua adaptação ao sombreamento e incremento em produtividade (SOARES et al., 2009).

5 | QUALIDADE DA FORRAGEIRA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

A adoção de componentes arbóreos em sistemas agroflorestais proporciona proteção do solo contra a erosão e incidência direta da radiação solar que favorece a manutenção da água no sub-bosque promove um microclima favorável para a atividade microbiana proporcionando a manutenção da fertilidade do solo com a decomposição da matéria orgânica e ciclagem do nitrogênio (WILSON, 1998; CASTRO et al., 2009), tornando os nutrientes disponíveis para as forrageiras. Não obstante, o efeito do sombreamento na qualidade nutricional da forrageira varia de acordo com a espécie, a quantidade e a qualidade de radiação fotossinteticamente ativa disponível (GOOBI et al., 2010).

Paciullo et al. (2007), relatam incremento de 29% de proteína bruta (PB) em *U. decumbens* cultivadas em ambientes sombreados quando comparado as plantas desenvolvidas a pleno sol. Resultados semelhantes foram obtidos por Goobi et al. (2010), em estudos com *U. decumbens* e o *Arachis pintoi* cultivados em ambientes com 0, 50 e 70% de sombreamento, obtendo incremento em PB em ambas espécies desenvolvidas sob sombra. *A. pintoi* submetido a restrição na luminosidade (50% e 70%) apresentou incremento médio de 11% em PB quando comparado as plantas desenvolvidas a pleno sol. Todavia, *U. decumbens* sob 50% e 70% apresentou um aumento médio de 45% e 67% em PB, em relação as plantas crescidas a pleno sol (GOOBI et al., 2010). Ainda, ao estudar a influência do adensamento de plantio das espécies arbóreas, Soares et al. (2009), relataram que o incremento do número de árvores promove o aumento do sombreamento,

refletindo na quantidade de proteína bruta nas espécies avaliadas sendo em média 14% superior as forrageiras de pleno sol. Tais resultados corroboram com a teoria de diluição do nitrogênio de Leimare e Chartier (1992), no qual, maiores teores de PB nas folhas de plantas sombreadas devem-se à menor diluição do nitrogênio na parte aérea, ou seja em plantas de sol tem-se uma maior matéria seca diluindo o nitrogênio absorvido e translocado.

Com relação aos teores de fibra no detergente neutro (FDN) e fibra no detergente ácido (FDA) os resultados embora divergentes apresentam uma tendência de redução em ambos componentes bromatológicos (GOOBI et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2013). Quando crescidas em ambientes com restrição na radiação fotossinteticamente ativa as plantas tendem a adaptar-se a condições de estresse luminoso, de modo a elevar a eficiência do seu maquinário fotossintético. Desta forma, tem-se menor disponibilidade de fotoassimilados para o desenvolvimento da parede celular secundária, apresentando células com paredes celulares menos espessa (KEPHART; BUXTON, 1993; GOOBI et al., 2011). A *Urochloa decumbens* quando desenvolvida sob sombra apresentou redução do FDN e FDA o que pode estar relacionada como a menor incremento de tecidos não fotossintetizantes como feixes vasculares, esclerênquimas e espessura de paredes celulares (GOOBI et al., 2010; LOPES et al., 2017). Ainda, Segundo Kephart e Buxton (1993), ao estudar cinco espécies de gramíneas forrageiras foi observado a redução de 3% e 4% no conteúdo da parede celular e no teor de lignina, respectivamente, proporcionando o aumento da digestibilidade em 5%.

Com relação a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), estudos tem demonstrado uma reposta variável que depende da espécie e da sua interação com o nível de sombreamento e as condições de temperatura e umidade (PACIULLO et al., 2014). Estudos com *U. decumbens* e *A. pintoi* cultivadas sob condições de sombra não apresentou incremento em DIVMS, mesmo com variações no conteúdo na parede celular, minerais e em proteína bruta, evidenciando que a variação do conteúdo da parede celular não foi significativa de modo a afetar a digestibilidade (GOOBI et al., 2010). Resultados semelhantes foram obtidos em estudos com *U. decumbens* conduzidos por Lopes et al. (2017) que não observaram melhorias na digestibilidade da forragem em condições de sombreamento de 20% e 70%. Por outro lado, Paciullo et al. (2007), observaram incremento em 10,5% em DIVMS em *U. decumbens* cultivadas com restrição a luz imposta por árvores, quando comparada as plantas a pleno sol. Já Denium et al. (1996), observaram respostas variáveis no valor de DIVMS com efeito positivo, negativo e ausentes, para as espécies em *Setaria anceps*, *Panicum maximum* syn.*; Megathyrsus maximus* e *U. brizantha*, respectivamente, indicando a influência da interação espécie x sombreamento, no que tange a digestibilidade.

6 | MANEJO DE PASTAGENS EM SAFS

Uma das principais etapas para o manejo estratégico das pastagens, trata-se do planejamento da entrada e saída dos animais em cada piquete, bem como a determinação do período de pastejo, ou melhor, o monitoramento e definição da altura do relvado, tanto para a entrada como saída dos animais. Parece algo simples, entretanto, esta atividade de monitoramento e deslocamento dos animais pode significar o sucesso de toda a ocupação da pastagem, ou mesmo seu fracasso, e muitas vezes a falência de grande parte do componente herbáceo. Há uma crença de que durante as águas, devido ao maior aporte forrageiro, deve ser aumentada a taxa de ocupação e o período de permanência dos animais em cada piquete. Na prática isso é bem mais complexo, pois a manutenção da uniformidade do pastejo está muito relacionado com o sucesso da formação e recuperação do pasto em cada piquete, que é resultado de decisões corretas quanto ao momento de saída dos animais para garantir uma melhor rebrota, como o tempo ideal para a recuperação dos brotos e permitir nova entrada dos animais pós-período de descanso.

Por outro lado, há resultados indicando que o aumento na taxa de lotação, além de poder ocasionar o super pastejo, pode provocar a compactação do solo em virtude do excesso de chuvas que fragiliza o solo perante a intensificação do pisoteio, mas isso pode variar bastante segundo a qualidade do solo em questão. Este problema do manejo das pastagens advindo do super pastejo associado a falta de adubação de manutenção corretivo nas pastagens já vem sendo relatado por Paciullo et al. (2009). Estes pesquisadores alertam ainda sobre os baixos ganhos de peso provenientes do mau manejo das pastagens, bem como elevada idade ao primeiro parto das novilhas, reduzindo a eficiência zootécnica e econômica, comprometendo assim toda a atividade pecuária. Por fim, os mesmos sugerem a integração das pastagens com elementos arbóreos promovendo sistemas silvipastoris com maior potencial de recuperação de nutrientes no solo, melhorando a qualidade das pastagens e o consumo animal, tal como já discutido por Montoya e Baggio (1991).

Nesse contexto, para os sistemas silvipastoris ou agrossilvipastoris, em que a qualidade das pastagens tende a ser melhorada, em alguns casos até elevação na produção do aporte forrageiro (PACIULLO et al, 2008), cria-se uma nova realidade de ocupação das pastagens em virtude do aumento da capacidade suporte do sistema. No entanto, isto remete a um constante e criterioso monitoramento do período de permanência, levando-se em conta os benefícios não só promovidos no componente vegetal, mas também no animal. O fator ambiência promove tanto melhoria na qualidade das pastagens e também bem-estar animal com aumento da taxa de consumo, seja pela maior palatabilidade e digestibilidade das gramíneas, como pela melhor eficiência fisiológica dos animais adquirida com a homeostase. Assim, deve ser buscar sempre o equilíbrio na taxa ocupação dos piquetes, levando-se em conta a otimização do ganho por animal e o ganho por área, já que este índice deve ser crucial na determinação do real custo/benefício em se manter

mais ou menos animais por unidade de área. Isso levanta uma antiga questão sobre qual a melhor estratégia para ocupação animal na área vislumbrando um melhor resultado na produtividade (arrobas por hectare). O que tem sido colocado na balança, atualmente, é a grande demanda pela redução na emissão de gases de efeito estufa (GEE), nesse sentido investir em precocidade para ganho de peso pode significar maior eficiência no balanço de GEE e, consequentemente, em uma pecuária mais sustentável, tendo em vista a menor taxa de emissão de GEE por unidade animal produzida. Portanto, investir em ganho por animal, pode refletir em uma maior adequação da atividade pecuária à demanda global por sustentabilidade, bem como auxiliar no planejamento da gestão e manejo das pastagens para prevenção de sua degradação e maior eficiência em seu uso.

Enfim, como alertam Paciullo et al. (2008) sobre a escassez de trabalhos e importância do conhecimento da biologia, ecofisiologia e morfogênese de cada espécie forrageira para se estabelecer o melhor programa de gestão e manejo das pastagens em produção silvipastoril ou agrossilvipastoril. O manejo das pastagens não deve ser visto como um resultado apenas da correta ocupação animal nos pastos, lembrando que esta etapa é crucial, mas, além disso, a gestão e manejo das pastagens devem levar em conta todo o ambiente ocupado pelo relvado, bem como todas as atividades anteriores e posteriores à sua ocupação e utilização pelos animais. Nesse sentido, o sombreamento, a rotação de culturas e plantio direto, entre outras técnicas que promovem maior e melhor conservação dos solos, assegurando uma microbiota mais ativa e diversa, pode elevar a assimilação de nutrientes pelas plantas, bem como a fixação de carbono no solo e o estabelecimento de micorrizas produtoras ne nitrogênio, resultando em um pasto de melhor qualidade e por consequência numa maior eficiência de consumo e ganho de peso dos animais.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de sistemas agroflorestais pode ser uma estratégia com elevado potencial para exploração do setor pecuário brasileiro, proporcionando vantagens no que tange a recuperação de pastagem degradadas e a manutenção da fertilidade do solo, além de contribuir com a melhoria na qualidade da pastagem, conforto térmico para os animais e retorno financeiro ao produtor rural.

A interação das forrageiras com as condições impostas pelo componente arbóreo apresenta elevado potencial no incremente em qualidade da forragem proporcionando reflexos positivos no desempenho dos animais a pasto. Por outro lado, reduções significativas na disponibilidade de luz para as forrageiras podem causar prejuízos a sustentabilidade do pasto, fazendo-se necessário o conhecimento dos fatores que interferem na estabilidade do sistema.

REFERÊNCIAS

CASTRO, C.; PACIULLO, D.; GOMIDE, C.; MÜLLER, M.; NASCIMENTO JÚNIOR, É. Características Agronômicas, Massa de Forragem e Valor Nutritivo de *Brachiaria decumbens* em Sistema Silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Edição Especial, n. 60, p. 19 – 25, 2009.

DIAS FILHO, M. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicula* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12, p. 2335-2341. 2000.

EVANS, J.R.; POORTER, H. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. **Plant, Cell and Environment**, v.24, p.755-767, 2001.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; NETO, A.F.G.; PEREIRA, O.G.; VENTRELLA, M.C.; ROCHA, G.C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1645-1654, 2009.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M.C.; NETO, A.F.G.; ROCHA, G.C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1436-1444, 2011.

GURGEL FILHO, O.A. Silvicultura de essências indígenas sob povoamentos homóclitos coetâneos experimentais. **Silvicultura em São Paulo**. v. 16 A, p. 872 – 887, 2002.

KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Forage quality response of C3 and C4 perennial grasses to shade. **Crop Science**, v.33, p.831-837, 1993.

LEMAIRE, G.; CHARTIER, M. Relationships between growth Dynamics and nitrogen uptake for individual sorghum plants growing at different plant densities. IN: LEMAIRE, G. (ED.) Diagnosis of the nitrogen status in crops. Paris: INRA- station d'ecophysiologie des plantes fourragères, 1992.P.3-43.

LIMA JR., E.C.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; VIEIRA, C. V.; BARBOSA, J.P.R. A.D. Aspectos fisioanatômicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento; **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.33-41, 2006.

LOPES, C.M.; PACIULLO, D.S.C.; ARAÚJO,S.A.C.; GOMIDE,C.A.M.; MORENZ,M.J.F.; VILLELA, S.D.J. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.1, p.225-233, 2017.

MACEDO, R.L.G.; VALE, A.B.; VENTURIM, N. Eucalipto em sistemas agroflorestais. **Editora da UFLA**: Lavras, MG. 2010, 331p.

MAGESTE, J.G.; SILVA, J.F. É hora de escolher o clone de eucalipto mais adequado. **Revista Campo & Negócios – Floresta**. p. 34 – 39, 2019.

MONTOYA, L. J.; BAGGIO, A. J. Estudo econômico da introdução de mudas altas para sombreamento de pastagens. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, p. 171-190, 1992.

OLIVEIRA, F.L.R.; MOTA, V.A.; RAMOS, M.S.; TUFFI SANTOS, L.D.; OLIVEIRA, N.J.F.; GERASEEV, L.C. Comportamento de *Andropogon gayanus* cv. 'planaltina' e *Panicum maximum* cv.'Tanzânia' sob sombreamento. **Ciência Rural**, v.43, n.2, 2013.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n.7, p. 917 – 923, 2008.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 04. 2007.

PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F; JUNIOR, J.D.M. FILHO, A.V.; RODRIGUEZ, N.M.; MORENZ, M.J.F.; AROEIRA, L. J.M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n.11, p. 1528 - 1535, 2009.

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 6 ed. – Porto Alegre: **Armed**, 2017, 888p.

WILSON, J.R. Influence of planting four tree species on the yield and soil water status of green panic pasture in subhumid South-east Queensland. **Tropical Grassland**, v. 32, p. 2099-220, 1998.

CAPÍTULO 11

SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE FORRAGEIRAS

Data de aceite: 11//10/2021

Fabiana Lopes Ramos de Oliveira
Profª Dra. Universidade do Estado de Minas Gerais,
http:// lattes.cnpq.br/4434218023144484

Antônio dos Santos Júnior
Profº Dr. Universidade Estadual de Minas Gerais, Unidade Ituiutaba, Ituiutaba
https://orcid.org/0000-0003-4709-1942

RESUMO: A produção animal a pasto tem sido causa de grandes discussões acerca da degradação de pastagens, uma vez que a manutenção dos pastos produtivos é um desafio na pecuária nacional. Nesse sentindo, a recuperação ou renovação de pastagens degradadas por métodos indiretos, com a utilização de culturas anuais, tem sido desde a década de 1980 uma alternativa e hoje uma grande oportunidade em virtude dos aumentos dos preços dos grãos. Diante do exposto, pretende-se com esse estudo, mostrar a importância econômica e as vantagens socioambientais dos sistemas integrados de produção.

PALAVRAS-CHAVE: Consorciação; Produção Animal; Renovação de pastagem.

CHAPTER 13. FORAGE PRODUCTION SYSTEMS

ABSTRACT: Animal production on pasture has been the cause of great discussions about the degradation of pastures, since the maintenance of productive pastures is a challenge in national livestock. In this sense, the recovery or renewal of pastures degraded by indirect methods, with the use of annual crops, has been an alternative since the 1980s and today a great opportunity due to increases in grain prices. Given the above, this study intends to show the economic importance and socio-environmental advantages of integrated production systems.

KEYWORDS: Intercropping; Animal production; Pasture recovering.

1 I INTRODUÇÃO

A atividade pecuarista é considerada uma das principais causas de conflitos ambientais relacionados ao desmatamento, compactação e erosão dos solos e a perda de biodiversidade (IBRAHIM et al., 2003). No entanto, muitas áreas de pastagens no Brasil vêm sendo estabelecidas em sucessão (método direto) ou em consórcios (método indireto) com culturas anuais, nos mais diversos biomas brasileiros. Entretanto, é no Cerrado que desde o ano de 1930 que o plantio de forrageiras como capim-gordura (*Melinis minutiflora*), o capim-colonião (*Megathyrsus maximus* syn. *Panicum maximum*), o capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), entre outros, eram cultivados nas entrelinhas ou após as culturas de milho, arroz e feijão (KICHEL et al., 2012).

Porém, foi a partir das décadas de 1960 e 1970 com a abertura de novas áreas em regiões distintas do País, mas especialmente no Centro-Oeste, onde essas atividades foram estimuladas por programas de créditos especiais e incentivos fiscais (TORRES et al., 2018).Com a fundação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), na década de 1970, consolidou-se uma rede de pesquisa e desenvolvimento que buscava novas formas de renovação e, ou, recuperação das áreas de pastagens degradadas, desse modo investiu-se no desenvolvimento de soluções e transferências de tecnologia para os produtores, o que resultou na oficialização dos sistemas indiretos, como: Barreirão em 1991 (Kluthcouscki et al., 1991) e Santa Fé, em 2001 (Aidar e Kluthcouscki, 2003), ambos de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e, com a introdução do componente florestal, criou-se o sistema Integração Lavoura- Pecuária-Floresta (ILPF) um pouco mais adiante (MACEDO, 2009).

Assim, as pastagens nativas vem sendo gradualmente substituídas por pastagens cultivadas, contudo como as características intrínsecas dos solos do cerrado se tornaram evidentes, pois solos ácidos, de baixa fertilidade natural, deficientes principalmente em fósforo, cálcio e magnésio, o processo de degradação das pastagens ocorreu de forma acelerada, sendo decorrente principalmente do manejo inadequado dos animais, da baixa reposição de nutrientes, dos impedimentos físicos do solo causados pelo pisoteio animal e sucessivas gradagens, além do baixo investimento em novas tecnologias (Aidar e Kluthcouscki, 2003), que causou a estagnação da produtividade do rebanho ao redor de 2,0 arrobas/hectare/ano, enquanto que em pastagens bem manejadas, pode-se atingir a média de 16 arrobas/hectare/ano (TORRES et al., 2018).

As áreas de pastagem com espécies cultivadas no Brasil, ocupa cerca de 115 milhões de hectares, das quais 90% se constitui de *Brachiaria brizantha* syn. *Urochloa brizantha* e *Brachiria decumbens* syn. *Urochloa decumbens,* e as de pastagens nativas chega perto de 145 milhões de hectares, porém deste total, 100 milhões encontram-se degradados (Kichel et al., 2012). Nesse sentido, esses milhoes de hectares degradados poriam estar sendo cultivados em sistemas de ILP, pois estariam produzindo alimentos (carne, leite e grãos) e melhorando a qualidade do solo (MITTMANN, 2015). Porém, Macedo (2009) relata que essas áreas de pastagens cultivadas, podem chegar a 80% degradação, uma vez que perdem vigor, produtividade, capacidade de recuperação natural e ganho de peso.

Assim, para que seja igualitária e viável a recuperação dessas áreas de pastagens degradadas, muito se tem pesquisado em busca de alternativas para recuperar e, ou, renovar essas áreas, estimulando a diversificação. Desse modo, buscou-se com a presente revisão bibliográfica compilar as principais formas de produção de forrageiras nos sistemas de produção agropecuária.

2 | SISTEMAS DE CULTIVO DE FORRAGEIRAS

2.1 Sistema convencional

Os sistemas convencionais (ou diretos) de estabelecimento, recuperação e, ou, renovação de pastagens constituem-se normalmente de uso de baixa tecnologia, uma vez que se utilizam baixas doses de corretivos, de plantio e adubação do novo pasto, tendo como prazo médio de utilização e posterior renovação e, ou, recuperação de cinco anos, com lotação animal de uma cabeça por hectare, com um ganho médio de peso vivo de 0,5 kg/cabeça/dia, durante 240 dias por ano (TORRES et al., 2018).

Esse baixo ganho de peso por área e menor tempo de uso da pastagem é obtido em função da subcorreção do solo, adubação inadequada e falta de práticas conservacionistas das pastagens, como queima, monocultura e uso de implementos agrícolas constantes, levando a rápida degradação da pastagem (KLUTHCOUSKI et al., 2000). Nesse sentido, ocorreu a busca por novas tecnologias e pode-se destacar que para recuperação dessas áreas algumas técnicas deveriam ser utilizadas como: descompactação do solo, correção da acidez e adubação adequada, e, se necessário, mudança da espécie forrageira (KLUTHCOUSKI et al., 1991). Assim, esses autores citam outras técnicas como aração que melhorou a produção, uma vez que promove a descompactação o solo.

Os métodos diretos de recuperação e, ou, renovação de pastagens para produção forrageira são os mais diversos,práticas mecânicas e químicas podem ser adotadas de acordo com o grau de degradação da pastagem, onde pode ou não ocorrer introdução temporária ou permanente de um novo componente ao sistema (TOWNSEND et al., 2010). No entanto, o método direto não se aplica quando a densidade de plantas forrageiras é baixa. Nesse sentido a calagem e adubação podem melhorar áreas que não estão severamente degradadas, entretanto podem consistir simplesmente em adubação corretiva, utilizando-se calcário, associada à adubação com nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes, em quantidades que foram determinadas pela análise química do solo, ou até mesmo empiricamente (SOARES FILHO et al., 1992).

Nesse sentido, os mesmos autores, Soares Filho et al. (1992) avaliaram a produção acumulada de matéria seca da parte aérea (toneladas/ha) e a quantidade de matéria seca amostrada nas raízes (mg/cm^3) em quatro áreas de *U. decumbens* submetidas a quatro diferentes tratamentos de recuperação durante dois anos (T1: área controle sem nenhuma intervenção; T2: área submetida à adubação com macro e micronutrientes incluindo nitrogênio; T3: área realizada apenas a gradagem; e T4: gradagem associada à adubação com macro e micronutrientes, sem nitrogênio). Observaram que durante o primeiro ano de adubação (T2) não houve aumento na produção acumulada de matéria seca da parte aérea (t/ha) em relação ao controle, devido ao baixo desenvolvimento do sistema radicular, já no segundo ano houve uma produção de 13,1 toneladas/ha, sendo superior ao controle (8,3

toneladas/ha), sendo também observado uma maior quantidade amostrada das raízes ao longo do experimento para o tratamento 2 (2,7 mg/cm^3) em relação ao controle (2,5 mg/cm^3), verificando um efeito benéfico da adubação no desenvolvimento do sistema radicular (SOARES FILHO et al., 1992).

Em outro estudo, Santos et al. (2016) fizeram uma associação de diferentes gramíneas com técnicas de recuperação direta, e avaliaram a recuperação de pastagem de braquiária (*U. decumbens*), com a utilização de adubação fosfatada e estilosantes (*Stylosanthes* spp. cv. Campo Grande) associados a gradagem, aração e dessecação da pastagem. Estes autores observaram que a associação de estilosantes com aração e gradagem promoveu a recuperação mais rápida da pastagem do que quando utilizado adubação fosfatada.

Já em trabalho realizado por Santini et al. (2015) onde foi avaliado o efeito de diferentes técnicas de manejo sobre a recuperação de pastagens degradadas de braquiária (*U. decumbens* Stapf cv. Basilisk), e estudaram o efeito da calagem em diversos tratamentos: calagem + NPK (nitrogênio, fósforo, potássio); calagem + NPK + FTE (fritted trace elements); calagem + NPK + Zn; e calagem + NPK + FTE + sobressemeadura de capim-marandu (*U. brizantha* cv. Marandu). Os autores verificaram que as diferentes combinações proporcionaram maior produção de matéria seca e que a adubação mais calagem não mostraram potencial para recuperação da pastagem em uma única aplicação, diferente da sobressemeadura de capim-marandu, que se mostrou uma boa alternativa para a recuperação de pastagens (SANTINI et al., 2015).

Com esses estudos pode-se observar que as técnicas diretas são eficazes em determinado tempo de uso, porém deve-se de tempos em tempos, de acordo com o manejo que é adotado na pastagem uma nova recuperação e, ou, renovação, pois o solo e, ou, forrageira não sustenta a produtividade do pasto.

2.2 Sistema Barreirão

O sistema Barreirão surgiu na década de 1980 como uma tecnologia de recuperação e, ou, renovação de pastagens em consórcio com culturas anuais (arroz de sequeiro, milho e sorgo), em função da necessidade de corrigir adequadamente solo, preparo e manejo eficiente do solo em condições de cerrado brasileiro. Sua principal característica é a aração profunda com arado de aiveca para fazer o condicionamento físico e químico do solo, rompendo camadas compactadas ou adensadas.

Nesse sentido, foram divulgadas recomendações iniciais técnicas para os pecuaristas, utilizando preparo convencional do solo, com correção e adubação antes do plantio das culturas (ALMEIDA et al., 2012). Sendo utilizado ainda nos dias de hoje com essa função, servindo como preparação para implantação da integração lavoura-pecuária no sistema santa fé (SILVA et al., 2011).

Um dos objetivos principais do sistema Barreirão é a cobertura parcial ou total dos custos de recuperação da pastagem com a produção de grãos. Uma vez que esse método de recuperação de pastagens é satisfatório já que a cultura anual se mostra eficiente financeiramente, cobrindo os custos da recuperação (NASCIMENTO, 2016). Assim, esse conjunto de técnicas recomendadas fundamenta-se em etapas interdependentes e sequenciais, que, se corretamente aplicadas, resultarão na reforma da pastagem e na produção simultânea de grãos, além da recuperação físico-química do solo (KLUTHCOUSKI et al., 1991).

Entre os períodos de 1987 e 1994, foram implantadas 81 unidades de demonstração do Sistema Barreirão, nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Minas Gerais, São Paulo e Bahia. As lavouras tiveram produtividades elevadas e não sofreram com a má distribuição de chuvas ao longo do estudo, assim como as características dos solos que tinham acidez elevada e textura de argilosa a arenosa. Durante o período de avaliação, obteve-se rendimentos que variavam de 600 a 3.415 kg ha^{-1} de arroz e de 2.100 a 7.428 $kgha^{-1}$ de milho (COBUCCI et al., 2007).

As etapas dos processos da implantação do sistema Barreirão em solos do Cerrado Brasileiro, ss foram descritos por (Oliveira et al., 1996)e consiste em:

2.3 Amostragem e Análise do Solos

A amostragem do solo é uma etapa fundamental para o processo de implantação do sistema Barreirão, pois apartir desta realiza-se as análises químicas e físicas do soloque fornecerá subsídios para a recomendação de correção e adubação da área. O solo deverá ser coletado na camada de 0 – 20 e 20 – 40 cm, que é a perfil do solo no qual se concentra grande quantidade do sistema radicular das gramíneas. A amostragem deve ocorrer no solo livre dos resíduos vegetais na camada superior e deve-se evitar solos compactados e próximos a dejetos dos animais. A coleta devera ocorrer com o auxilio de um trado e o solode cada camada deverá ser separado de modo a formar duas amostras simples, uma de 0 – 20 cm e outra de 20 – 40 cm, que posteriormente será unida as outras amostras simples referentes a respectivas camadas, formando uma amostra composta que devera ser encaminhas para um laboratório de análise de solos credenciado. Com base nos resultados da análise, deve-se ou não proceder à calagem e/ou à fosfatagem.

2.4 Preparo do solo

A pastagem degradada deverá ser revolvida para a incorporação superficial dos resíduos vegetais com uma passagem de grade aradora na profundidade de 10 a 15 cm. Esta operação deve ser feita, pelo menos, cerca de 30 dias antes do início do período chuvoso e da aração. A aração profunda deve ser feita preferencialmente com arado de aiveca em caso de baixa presença de impedimentos físicos (pedras, raízes grossas, etc.) a partir do momento em que o solo contenha umidade na faixa do friável até a profundidade

a ser trabalhada. Posteriormente, deve-se realizar a operação de destorroamento e nivelamendo com a grade destorroadora-niveladora aos 7 a 10 dias após a aração e imediatamente antes do plantio.

2.5 Plantio

O sucesso do plantio inicia-se com a escolha das espécies e cultivares adaptadas as condições edafoclimaticas da região, bem como o a aquisição destas de produtores idôneos e que respeite a Legislação Brasileira de Produção de Sementes. As sementes devem apresentar elevada qualidade, vigor, e ser isenta de plantas daninhas consideradas proibidas para a cultura.Ainda, as sementes das culturas devem ser tratadas com inseticida sistêmico (Carbofuran, Carbosulfan, Thiodicarb), para prevenir o ataque da cigarrinha-das-pastagens e das lagartas do solo. Já a adubação de plantio,espaçamento e a densidade de semeadura para milho, sorgo e milheto, seguem as recomendações convencionais de cada cultura. Todavia, a semeadura da forrageira pode ser realizada a lanço imediatamente antes do plantio da cultura com a distribuidora de calcário, bem como a adição destas junto ao adubo no momento da semeadura das culturas agrícolas (milho, sorgo, milheto), no entanto, deve-se observar um limite máximo de 24 horas para a mistura de abubo e semente de forrageiras, de modo a evitar a perda da qualidade destas.

2.6 Condução da lavoura

Não tem sido necessário controlar as invasoras, em se tratando de área com pastagem degradada, uma vez que esta sera incorporada na operação de aração e posteriormente gradagem. A adubação nitrogenada em cobertura, deverá seguir as recomendações da cultura, bem como o seu parcelamento de modo a evitar perdas de nitrogênio para o meio. Ainda, devido as características dos solos arenosos, tem-se a necessidade de cobertura potássica devendo respeitar as exigências nutricionais da cultura. Os tratos fitossanitários, muito pouco requeridos, são feitos de acordo com as recomendações convencionais, no controle de pragas e doenças. Já no manejo de plantas daninhas deve-se levar em consideração a competição exercida pelas forrageiras com a cultura, podendo utilizar subdoses de graminicidas como o nicosulfurom na cultura do milho, que ira promover um atraso ao desenvolvimento das gramíneas, já as demais espécies de folha largas, recomenda-se o uso de atrazine.

2.7 Colheita

A recomendação de colheita varia de acordo com a espécie e a finalidade da cultura, podendo ser para grãos e silagem. De modo geral, a planta esta pronta para ser colhida quando a sementes/gãos atingem a maturação fisiológica que é o ponto de maior acumulo de matéria seca, todavia característica como grãos leitosos, pastosos, farináceos e farináceos duros, ainda são de elevada eficiência na recomendação de colheita. O processo e a velocidade da colheita são idênticos aos recomendados para os cultivos solteiros, todavia

faz-se necessário obdecer todas as recomendações(OLIVEIRA et al., 1996).

2.8 Vedação da área

Após a operação de colheita deve-se realizar a vedação da área, por um período mínimo de 30 a 60 dias, que tem como objetivo favorecer a formação e o estabelecimento da pastagem, uma vez que, esta encontrava-se em competição com a cultura agrícola tendo o seu desenvolvimento comprometido em função do sombreamento no subosque. A baixa quantidade e qualidade de luz em subosque da cultura agrícola proporciona mudanças morfofisiológicas nas forrageiras, direcionando grande quantidade de fotoassimilados para a formação de parte aérea em dentrimento das raízes, uma vez que a luzé o fator limitante ao desenvolvimento da cultura reduzindo o número de perfilhos e promovendo o estiolamento das folhas em busca de luz. Desta maneira, após a colheita a luz não mais se torna limitante, o que favorece a recuperação e do desenvolvimento das gramíneas.

Esta providência é necessária para a melhor formação da pastagem e, ou, produção de novas sementes da forrageira, ceifadas na colheita, como no caso do arroz de sequeiro. Daí em diante, inicia-se o pastejo, considerando-se sempre que o manejo da pastagem e a suplementação da adubação são responsáveis pela melhor produção da forrageira e pela maior longevidade da pastagem.

Em estudos comparando a economicidade de modelos de sistemas Barreirão, Yokoyama et al. (1999) após um ano de implantação dos sistemas, avaliaram o desempenho animal sob pastejo rotacionado, taxa de lotação e produção de grãos, em áreas de cinco hectares cada, utilizando as seguintes modelos: T1: Área renovada pelo Sistema Barreirão (milho + *U. brizantha*); T2: Área renovada pelo Sistema Barreirão (arroz + *U. brizantha*); T3: Área renovada pelo Sistema Barreirão (arroz + *Calopogonium mucunoides* + *U. brizantha*); T4: Área renovada pelo método convencional com *Urochloa brizantha*; T5: Área formada com *U. humidícula* (pastagens em processo de degradação); T6: Área formada com *U.humidícula* e *U. decumbens* (pastagens em processo de degradação) (Yokoyama et al., 1999).

Apurando então os resultados de Yokoyama et al. (1999), os resultados encontrados nos sistemas analisados, nos módulos T1, T2, T3 e T4 demonstram que a exploração da pecuária bovina de corte, no pasto recuperado, é uma atividade economicamente lucrativa e que os módulos T1, T2 e T3 apresentam vantagem comparativa aos demais tratamentos, devido à produção de grãos que cobre parte dos custos de formação da pastagem, podendo a integração lavoura-pecuária ser uma técnica indireta a ser utilizada durante o processo de recuperação das pastagens (YOKOYAMA et al., 1999).

Outro estudo feito por Nascimento (2016) avaliando a associação do sistema Barreirão com uso ou não da subsolagem e gradagem na recuperação com milho e *U. decumbens*, demonstrou que o uso de gradagem é superior à de subsolagem, apresentando

maior produção de matéria seca para a forrageira, e maior retorno financeiro das atividades (NASCIMENTO, 2016). Entretanto é possível observar com esse estudo a importância do planejamento e objetivo da produção, uma vez que a receita pela venda de grãos e silagem pode ser diferentes de região para região, mudando a lucratividade do sistema.

3 | SISTEMA SANTA FÉ

O sistema Santa Fé surgiu no final dos anos de 1990, como um sistema mais promissor e completo em relação ao sistema barreirão, pois associava conceitos mais elaborados como rotação de culturas (lavoura-pastagem), produção de grãos, produção de forragem para a entressafra e desenvolvendo um novo conceito, o sistema de plantio direto, através da produção de palhada e grãos (KLUTHCOUSKI e AIDAR, 2003). A partir de 2001, se estabeleceu o conceito de "Sistema Santa Fé", onde se consorciava grãos (principalmente milho, sorgo, arroz e milheto) com forrageiras do gênero *Urochloa* spp. (Syn. *Urochloa*) com objetivo principal de produção de forragem na entressafra e palhada para safra seguinte (TORRES et al., 2018).

Segundo Aidar e Kluthcouski (2003), um dos principais gargalos da pecuária ainda é a degradação de pastagens em diversas regiões do Brasil, sendo o manejo inadequado dos animais em pastejo uma das principais limitações. Nesse sentido a produção animal a pasto sofre com a degradação do solo, manejo inadequado do pastejo e em consequência falta de pasto, uma vez que não ocorre reposição adequada de nutrientes e piora na qualidade física do solo, levando a uma falta de forragem, baixos índices zootécnicos, como baixas produções de carne e leite, o que leva a um baixo retorno financeiro das atividades em sistema convencional (KLUTHCOUSKI e AIDAR, 2003).

Nesse sentido, o Sistema Santa Fé surgiu com o objetivo de garantir quantidade e qualidade de forragem na entressafra garantindo a produtividade do rebanho, uma vez que a produção de forrageiras do gênero *Urochloa* spp. (Sny. *Bachiaria*) era para fornecimento de forma picada ou ensilada, no cocho para animais confinados. Essa produção poderia chegar até 150 t. ha^{-1} no período entre março e dezembro, com quatro cortes (KLUTHCOUSKI et al., 2000), bem como produção de palha de alta qualidade com produção de mais de 15 t. ha^{-1} de biomassa seca, com grande tempo de permanência no campo com ótima cobertura de solo (PEREIRA FILHO et al., 2015).

Com isso, chegada à safra, a forragem de *Urochloa* estabelecida é dessecada quimicamente, e a palhada estabelecida para o plantio da cultura anual. A palhada de *Urochloa* apresenta características vantajosas por apresentar maior cobertura de solo, o que resulta em maior retenção de água e menor amplitude térmica no solo. Além de diminuir a infestação de doenças fúngicas e bacterianas por maior permanência da palhada, uma vez que esta demora se decompor, e com isso controle pós emergente de plantas daninhas,

levando a menor utilização de herbicidas (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

O modelo do Sistema Santa Fé mudou basicamente nos princípios do estabelecimento dos consórcios, onde o manejo do consórcio depende do tipo de semeadura escolhida, pois pode ser: semeadura simultânea ou pós-emergência da cultura anual. Desse modo seguem alguns passos básicos (KLUTHCOUSKI et al., 2000):

3.1 Semeadura simultânea

Para que ocorra a semeadura deve-se dessecar a área de acordo com as recomendações vigentes para estabelecer a palhada e efetuar o plantio. A princípio, a semeadura é a única modificação do sistema convencional de implantação da lavoura pois a semente da forrageira é misturada ao adubo, se atentando as doses recomendadas para estabelecimento de pastagens de cada espécie, levando em consideração o valor cultural da semente. Outro ponto é a mistura com o adubo, não podendo ser armazenada por mais de 24 horas. O manejo da semeadura depende do tipo escolhida (mecânica ou manual) e a profundidade de adubação em relação à semente da cultura anual não deve ultrapassar 6 cm de profundidade, de acordo com o tipo de solo. O ajuste das semeadoras deve ser de acordo com o espaçamento exigido pelas culturas e se for maior que 60 cm pode utilizar uma entrelinha de forrageira. Adubação de cobertura deve ser antecipada, em relação ao plantio convencional. Para o manejo de plantas daninhas deve-se fazer o controle com uso de herbicidas específicos de folha larga ou sub dosagens de graminicidas. Para os consórcios entre sorgo, arroz ou milho com forrageira, o procedimento de colheita é o convencional. Deve-se, contudo, evitar atrasos, já que, a partir de senescência da cultura, as forrageiras tendem a crescer muito vigorosamente, podendo causar "embuchamento" ou reduzir a velocidade de operação da colhedora (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

3.2 Semeadura em pós emergência

Este tipo de semeadura é mais indicado para áreas com grande infestação de plantas daninhas, pois facilita o manejo pós emergente da cultura. O espaçamento da cultura anual segue os mesmos do plantio convencional e a semeadura da forrageira se torna mais simples, pois segue o espaçamento da cultura anual e deve ser feita o mais próximo possível da linha da cultura anual. Em espaçamentos maiores que 80 cm recomendasse 2 fileiras de forrageiras na entrelinha da cultura. A semeadura da forrageira pode ser efetuada com a uma mistura de semente de forrageiras com superfosfato simples em dose reduzida. Semeaduras tardias das forrageiras pode prejudicar o estabelecimento e desenvolvimento do pasto (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

Independentemente do tipo de semeaduras (simultâneas ou pós emergentes) da cultura anual, qualquer equívoco que exista competição alta da forrageira sobre a cultura anual, deve-se utilizar os herbicidas convencionais para eliminação das plantas forrageiras ou sub doses para frear o crescimento das forrageiras, para melhor desenvolvimento e

produção da cultura escolhida (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

É importante destacar que com os manejos adotados as culturas graníferas apresentam grande desenvolvimento inicial, superando o crescimento da forrageira, garantindo assim a produtividade dos grãos (MACEDO, 2009). Além disso, o sistema Santa Fé não interfere no calendário das atividades da fazenda, assim como não necessita de equipamento diferentes dos que o produtor já disponibiliza, se consolidando assim um cultivo mais eficiente e com a utilização de palhada e garante melhores condições de cobertura do solo, conservando assim propriedades físicas importantes do solo e garantia de forragem de qualidade em épocas de menor disponibilidade, minimizando assim os efeitos da estacionalidade (KLUTHCOUSKI e AIDAR, 2003).

Outro fator que garante a produtividade forrageira é o maior aproveitamento residual dos fertilizantes, assim como o melhor uso das máquinas e implementos, pois reduzem os custos de implantação, reforma ou recuperação da pastagem, colaborando para um melhor ganho e da produção agropecuária (VIANA et al., 2007).

4 I SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) são conceitualmente conhecidos como uma tecnologia onde a diversificação do uso da terra com a consorciação de espécies anuais e perenes, com uma integração espacial e temporal dos recursos naturais, diminuindo assim a pressão sobre os ecossistemas naturais (SALTON et al., 2014; CORDEIRO et al., 2015; VILELA et al., 2015). Esse conceito se desenvolveu ao longo do tempo, principalmente com a introdução dos sistemas de plantio direto (SPD), devido as grandes vantagens em relação aos sistemas tradicionais, em termos agronômicos, econômicos e ambientais (MACEDO, 2009).

Os SPD em associação com a ILP remontam um sistema muito eficiente de conservação dos atributos físicos e químicos do solo, uma vez o uso intensivo de arados e grades para preparo do solo, leva a desestruturação dos agregados e consequentemente deixando camadas pulverizadas na superfície, comprometendo a estrutura, levando a erosão e selamento superficial (Salton, 2005), gerando a degradação de áreas produtivas. Outro fator é o aumento da fertilidade nas camadas superiores, saturando as bases e consequente deficiência em micronutrientes, além de concentrar as raízes superficialmente deixando as plantas susceptíveis veranicos (MACEDO, 2009).

Os problemas de degradação de áreas de cultivo é um problema que a grande região produtora de grãos no Brasil sofre. O cerrado Brasileiro, onde se comporta boa parte da produção de grãos vem sofrendo a pressão por anos de cultivos intensos e por isso alguns autores (SALTON et al., 2014; CORDEIRO et al., 2015; VILELA et al., 2015) sugerem uma dicotomia entre o aumento da produção e a redução de impactos ambientais,

não é na mesma intensidade que é necessário produzir alimentos e diminuir os impactos ambientais.

Nesse sentido, o uso do SPD associado a ILP traz benefícios que antes eram difíceis de conseguir: integrar o cultivo de grãos (milho, soja, arroz, feijão, girassol...) com pastagens. Com essa associação temos enumeras vantagens como melhor regulação dos ciclos biogeoquímicos, uma vez que a ciclagem de nutrientes é intensificada, pois as fontes de nutrientes são aumentadas com a integração das espécies: cultura, pastagens e animais; maior conservação do solo, por utilizar sistemas de cultivos que agregam características positivas de estrutura física e fertilidade do solo; e mantém a capacidade de resiliência do sistema, em situações adversas como clima, pragas e doenças (TORRES et. al., 2018).

Ao analisar os modelos de ILP normalmente utilizados na atualidade, podemos citar: propriedades que tem como atividade principal a pecuária, nesse caso as culturas de grãos entram com a ILP para recuperar os níveis de produção da pastagem; fazendas especialistas em grãos, utilizam as forrageiras para cobertura de solo, formando palhada para a ILP e, ou, na entressafra como pasto de engorda de bovinos de corte, a safrinha de boi ou boi safrinha; e por fim as fazendas com rotação de culturas e pasto, muito utilizado para intensificação do uso de terras, aumentando a rentabilidade da terra (VILELA et al., 2011).

As alternativas de usos das ILP são as mais diversas possíveis dependendo do objetivo e características do local, pois é comum, por exemplo, no cerrado fazer o uso, da soja na safra (outubro a fevereiro) e na safrinha (março a junho) de milho ou sorgo com capim (*U. decumbens* e *U. ruziziensis*), seguido do período seco (julho a setembro) na engorda de bovinos ou produção de feno, intensificando o uso da terra em todos os meses do ano (VILELA et al., 2015).

Outra forma é o cultivo de milho consorciado com braquiária, visto que podem ser semeados simultaneamente e após a colheita de milho, o pasto estará pronto e podendo ser utilizado pelos animais em pastejo. Depois do período de pastejo, quando se inicia-se o período de chuvas no cerrado, faz-se a adubação de cobertura da braquiária e quando a forragem cobre todo solo, faz-se a dessecação para iniciar o processo de preparo para iniciar o cultivo da cultura da safra (LOSS at al., 2012).

Independentemente do tipo de modelo de ILP a ser utilizado a pastagem é rapidamente formada, principalmente devido ao aproveitamento do adubo da cultura anual, resultando normalmente em maior produtividade por área. O que favorece a maior reciclagem de nutrientes, refletindo no prolongamento da disponibilidade de forragem. Essa forragem/massa é muito importante na implantação da cultura em sucessão, tornando preponderante o pastejo por animais, pois permite, por um lado, que as folhas velhas sejam retiradas e seja estimulado o rebrote, facilitando o controle químico, e, evitando problemas no plantio, como embuchamento (ARATANI et al., 2006). Entretanto deve-se atentar para

dessecações muito antecipadas, pois pode levar a emergência de novas plantas daninhas e consequência maiores gastos com o controle químico destas (RAIMONDI et al., 2013).

5 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a constante busca pela sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola-pecuário, é sempre um desafio encontrar métodos e, ou modelos que melhor se adapte com os objetivos traçados. Desse modo é importante destacar que os modelos convencionais de produção estão cada vez mais fadados ao fracasso, uma vez que os modelos de integração garantem produtividade e sustentabilidade do sistema.

Práticas sustentáveis com os sistemas de plantio direto e integração lavoura-pecuária mostram que é possível recuperar áreas degradadas, com menores custos, além das melhorias dos atributos físicos, biológicos e químicos do solo, um retorno parcial ou total do capital investido na recuperação do pasto, recuperação e, ou, renovação de pastagens degradadas, produção de forragem de qualidade e em quantidade, aumento dos estoques de carbono e nitrogênio no solo, diminuindo assim a redução da emissão dos gases do efeito estufa, redução de áreas desmatadas e com isso proporcionando ao produtor produção com sustentabilidade e inovação.

REFERÊNCIAS

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. **Evolução das atividades lavoureira e pecuária nos Cerrados.** In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). Integração Lavoura-Pecuária. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, p.23 - 58, 2003.

ARATANI, R. G.; DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; PECHE FILHO, A.; AILDSON P. DUARTE, A. P.; KANTHACK, R. A. D. Desempenho de semeadorasadubadoras de soja em Latossolo Vermelho muito argiloso com palha intacta de milho**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,v. 10, p. 517 – 522, 2006.

COBUCCI, T.; WRUCK, F. J.; KLUTHCOUSKI, J.; TEIXEIRA, S.R. E TEIXEIRA NETO, M.L. Opções de integração lavoura- pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. **Informe Agropecuário,**v. 28, p. 25 – 42, 2007.

CORDEIRO, L.A.M.; LOURIVAL VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília:EMBRAPA, 393p, 2015.

IBRAHIM, M; DELGADO, J.M.; CASASOLA, F. Ganadería y Medio Ambiente en Mesoamérica. Potencialidades y experiencias de investigación y desarrollo del CATIE en la región. Curso Internacional sobre Ganadería y Medio Ambiente. **CATIE**. Turrialba, Costa Rica, 25p, 2003.

KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ZIMMER, A. H.; SOARES, C. O.; ALMEIDA, R. G. **Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e o progresso do setor agropecuário brasileiro.** In: BUNGENSTAB, D.J. (Ed.). Sistemas de Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta: a produção sustentável. 2.ed. Brasília: EMBRAPA,p.1 - 9, 2012.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. **Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé.** In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). Integração Lavoura-Pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 407 - 441, 2003.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, J. L.S.; SILVA, J. G.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; MAGNABOSCO, C. U. **Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa: Integração Lavoura- Pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em área de lavoura, nos sistemas direto e convencional.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 28p, 2000.

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S. M.; OLIVEIRA, E. T. **Renovação de pastagens de Cerrado com arroz: I - Sistema Barreirão.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 19p, 1991.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. Carbon and nitrogen content and stock in no-tillage and crop-livestock integration systems in the Cerrado of Goias State. **Journal of Agricultural Science**, v 4, p. 96 – 105, 2012.

MACEDO, M.C.M. Integração Lavoura e Pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 38, p. 133 - 146, 2009.

MITTMANN, L.M. Solos: conservação e recuperação. **A Granja**, Porto Alegre, v. 34, ed. 795, 2015.

NASCIMENTO, K.S. **Análise financeira de alguns métodos para recuperação de pastagens degradadas de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk.** UNB, Brasília. Trabalho de Conclusão de Curso, 34p, 2016.

OLIVEIRA, C.G. **Estratégia para recuperação de pastagens degradadas e produção sustentável da bovinocultura.** UESB, Itapetinga, Dissertação de Mestrado, 60p,2013.

OLIVEIRA, I.P; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P.; DUTRA, L.G.; PORTES, T.A.; SILVA, E.A.; PINHEIRO, B.S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E.M.; GUIMARÃES, C.M.; GOMIDE, J.C.; BALBINO, L.C. **Sistema Barreirão: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais.**Goiânia: Embrapa-CNPAF-APA, 90p, 1996.

PEREIRA FILHO, I.A. (Ed.). Manejo de solos. In: Cultivo de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8663> Acesso em: 18 jul. 2019.

RAIMONDI, M.A.; JÚNIOR, R.; CONSTANTIN, J.; FRANCHINI, M. L. H.; BIFFE, F. D.; ARANTES, J. G. Z.; BLAINSKI, E.; CÉSAR STAUDT, R. C.; RAIMONDI, R. T. Controle e reinfestação de plantas daninhas com associação de amonio-glufosinate e pyrithiobacsodium em algodão Liberty Link®. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, p. 159 – 173, 2012.

SALTON, J.C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livesto-ck system in tropical Brazil: toward a sus-tainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment,**v. 190, p. 70 – 79, 2014.

SALTON, J. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical.** UFRGS, Porto Alegre, Tese de Doutorado, 2005, 178p.

SANTINI, J. M. K., BUZETTI, S., GALINO, F. S., DUPAS, E. & COAGUILA, D. N. Técnicas de manejo para recuperação de pastagens degradadas de capim-braquiária (*Urochloa decumbens* Stapf cv. Basilisk). **Boletim de Indústria Animal,** v. 72, p. 331 – 340, 2015.

SANTOS, D. C., JÚNIOR, R. G., VILELA, L., PULROLNIK, K., BUFON, V. B. & SOUZA, A. F. F. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. **Agriculture, Ecosystems & Environment,** v. 233, p. 16 - 24, 2016.

SILVA, V.J.; CAMARGO, R.; WENDLING, B.; PIRES, S. C. Integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto no Cerrado brasileiro**. Enciclopédia Biosfera**, v. 7,p. 1 – 12, 2011.

SOARES FILHO, C. V., MONTEIRO, F. A. & CORSI, M. Recuperação de pastagens degradadas de *Urochloa decumbens*. 1. Efeito de diferentes tratamentos de fertilização e manejo. **Pasturas Tropicales,** v. 14, p. 1 – 6, 1992.

TORRES, J. L. R; ASSIS, R. L.; LOSS, A. Evolução entre os sistemas de produção agropecuária no Cerrado: convencional, Barreirão, Santa Fé e Integração Lavoura-Pecuária. **Informe Agropecuário**, v. 39, p. 7 - 17, 2018.

TOWNSEND, C. R., COSTA, N. L.; PEREIRA, A. G. A. Aspectos econômicos da recuperação de pastagens na Amazônia brasileira. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 5, p. 27 – 49, 2010.

VIANA, M. C. M.; SILVA, E. A.; GONTIJO NETO, M. M.; ALVARENGA, R. C.; BOTELHO, W. Integração solo-planta-animal no sistema Integração Lavoura- Pecuária. **Informe Agropecuário,** v.28, p. 104 – 111, 2007.

VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; WRUCK, F. J.; OLIVEIRA, P.; CARNEIRO E PEDREIRA, B.; CORDEIRO, L. A. M. Práticas e manejo de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária na safra e safrinha para as regiões Centro-Oeste e Sudeste. In: CORDEIRO, L.A.M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J. MARCHÃO, R. L. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária- Floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília: EMBRAPA, p.103-119, 2015.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. (2011) Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1127-1138.

YOKOYAMA, L. P; VIANA FILHO, A; BALBINO, L. C. Avaliação econômica de técnicas de recuperação de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 1335 – 1345, 1999.

SOBRE A ORGANIZADORES

VIVIANE MODESTO ARRUDA - Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, Mestrado em Fitotecnia e Doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa . Atualmente docente da Universidade do Estado de Minas Gerais. Tem experiência na área de Agronomia, atuando principalmente nos seguintes temas: Plantas Medicinais,Aromática,Condimentares e Panc; Uso de Homeopatia aplicada em plantas, Educação Ambiental, Agroecologia e atividades extensionistas. Atua na orientação do Mestrado em Ciências Ambientais na UEMG – campus Frutal. Atual Coordenadora de Extensão(2020- 2022) e Conselheira Crea- MG.

ANTÔNIO SANTOS JÚNIOR - Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2011), Mestrado em Fitotecnia (2013) e Doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa (2017). Colaborou como Perito junto a Justiça Federal em diversos processos. Coordenou a Fazenda Experimental da Universidade do Estado de Minas Gerais - FAEXP (2018-2019). Experiência na área de Fitotecnia, com ênfase na biologia e manejo de plantas daninhas, integração-lavoura-pecuária-floresta, tecnologia de aplicação de agrotóxicos e nas culturas de Café, Sorgo, Cana-de-açúcar, Forragem e Eucalipto. Atualmente, empresário no ramo de Consultoria da Empresa Leaves Engenharia Inovação e Tecnologia no Campo

LIANY DIVINA LIMA MIRANDA - Graduada em (Bacharelado e Licenciatura) em Química (2008) pela Universidade Federal de Viçosa. Mestre em Química pela Universidade Federal de Viçosa (2010), com ênfase em Química Inorgânica, atuando na área de Síntese, Caracterização e Estudo de Atividade Fungicida de Ditiocarbimatos de Dimetilestanho(IV). Doutora em Química, 2014 com ênfase em Química Analítica pela Universidade Federal de Viçosa atuando na área de Química Ambiental, tratamento de água. Adsorventes e fotocatalisadores magnéticos inéditos foram sintetizados, caracterizados e utilizados para remoção de contaminantes em água. Atualmente, éTécnica do Laboratório de Química Analítica Ambiental-LAQUA/Departamento de Química do quadro permanente da Universidade Federal de Viçosa(2011), onde atua em projetos de pesquisa na área de análise de resíduos de agrotóxicos em diferentes matrizes como solo, água e alimentos empregando cromatografia gasosa e líquida.

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

FORRAGICULTURA:

PESQUISA E ENSINO

Ano 2021

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

FORRAGICULTURA:

PESQUISA E ENSINO

Ano 2021